الدورية العالمية للعلوم / 31 يونيو 2020

nature
الطبعة العربية

تصدع المرآة الكونية

اكتشاف إشارةٍ على خرق التناظُر بين المادة والمادة المضادة في النيوترينوات.

سيناريوهات المناخ
مقاربات حديثة لنمذجة مستقبل كوكب الأرض

أصل الأنواع
مراجعة عمر جمجمة بروكين هيل يطرح تساؤلات حول تطور البشر

مقلة عين إلكترونية
نظام رؤية اصطناعي يحاكي العين البشرية

ARABICEDITION.NATURE.COM
يونيو 2020 / السنة السابعة / العدد 63
ISSN 977-2314-55003

nature



التسويق والاشتراكات

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(j.giuliani@nature.com)
التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

NAE Riyadh office
Leaders Tower 1,
7853 takhassusi,
Al Olaya, Riyadh
12333 3214,
Saudi Arabia.

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم

أهـلًا بكـم في عدد ربع سـنوي جديد من دوريـة «*Nature* الطبعة العربية»، نعرض لكـم فيـه مختـارات من أهم ما نُشر في دوريـة *Nature* الدولية خلال الفترة من إبريل إلى يونيـو 2020، وإضـاءات على آفاق تقدم العلوم.

نأمـل أن يصلكـم هـذا العدد الجديد وأنتم تتمتعـون بصحة جيدة مع ذويكم. ولأننا نعرف جيدًا ما يشـهده الجميع من حالة استثنائية، وما نستقبله جميعًا من كَمّ هائل مـن المعلومـات عن جائحة مرض "كوفيـد-19"، فقد حاولنا في هذا العدد أن نضـع بـين أيديكم مجموعـة من الأخبار المتنوعة من مجـالات متعددة، للتعرف على آخـر المستجدات العلميـة، بالإضافة إلى ملحق خاص عـن مرض "كوفيد-19"، يلقي نظـرة أكـثر عمقًا على هذا الفـيروس، الذي غيّر طبيعة حياتنـا جميعًا على اختلافها، خاصـة في منطقتنا العربية.

ففـي قسـم "أخبـار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "الصين تختـبر الخلايا الجذعية المُعَـادَة بَرْمَجَتُهـا لعـلاج أمراض القلب"، نتعرف على عـلاج تجريبي لأمراض القلب، يَعتمِـد في تركيبـه عـلى خلايا جذعية مُعادَة برمجتها، تـم اختباره للمرة الأولى على مستوى العالـم في الصين. كمـا نقرأ مزيدًا من التفاصيل عن دراسـة تفصيلية عن الحالة النفسـية للاجئين الشـباب، تكشـف عن أن خطر إصابتهم باضطراباتٍ نفسـية يزيـد بزيـادة عدد الصدمات التي يمرون بها، وذلـك تحت عنوان "صدمات الماضي تشـكل الصحيـة العقليـة للاجئين". ولا يفوتنا أن نعرض لكـم أيضًا تبعات قرار رئيس الولايـات المتحدة الأمريكية، دونالد ترامب، بانسـحاب بلاده مـن منظمة الصحة العالميـة، ذلك القرار الـذي أصاب العالم بالذهول.

ولا يجـب أن ينسـينا خطر جائحة "كوفيـد-19"، خطرًا آخر يترصد كوكب الأرض، وهو الاحترار العالمي، لذا، ففي قسـم «التحقيقات»، وتحت عنوان " كم سـوف تبلغ درجة حرارة الأرض بحلول عام 2100؟"، نسـتعرض مجموعة من السـيناريوهات الجديدة لنمذجة مسـتقبل الأرض، تتراوح بين التفاؤل والتشـاؤم، وإنْ كان هدفها الأول فهْـم المخاطـر، لا التنبـؤ بالمسـتقبل. وفي تحقيق آخر، وتحت عنوان " جذور الأمـراض العقليـة"، نرصـد توجهًا جديدًا في عالم الطب النفسي والأمراض العقلية، يميل إلى الربط بين بعض الأمراض النفسـية، على عكس ما كان سـائدًا في السـابق، وذلـك مـن خلال فهم العوامل البيولوجية التي تسـبب هـذه المجموعة الكبيرة من الأمـراض العقلية المختلفة.

وفي قسـم «التعليقـات»، وتحت عنوان " فَهْـم السرطان طريقًا إلى علاجه"، يسـتعرض تشـارلز سـوانتون مشروع "تتبُّع تطور السرطان على مدار العلاج"، الذي يُشـار إليه بالاسـم المختصر «تريسر إكس» TRACERx، والذي يُعَد أول دراسـة ممتدَّة تتنـاول كيفيـة تطـوُّر سرطان الرئة، تُخبرنا أنَّ العلاجات التي تسـتهدف عدة بروتينات في الخلايا الورمية قد تسـاعد عـلى التغلُّب على المرض.

أمـا في قسـم «كتـب وفنون»، فيعرض لنا فيليب بـول، تحت عنوان "اقتصاديات كوفيـد: أول كتـاب عـن كورونا"، أول كتاب عن جائحة "كوفيد-19"، حيـث يقدم تقييمًا سريعًـا للأولويـات، ويخلـص إلى الحاجة إلى حلول قوية لمواجهة المشـكلات الناجمة عن الجائحة. ويسـتعرض سـتيفين كاسـبر كتاب " فكرة الدماغ" لعالِم البيولوجيا والمـؤرخ ماثيـو كوب، الذي يتتبَّـع فهْمنا المتغيّر للدماغ، مـن العصور القديمة حتى عصرنـا الحاضر، في الفكـر الغربي بصفةٍ خاصة.

وفي قسـم «أخبار وآراء»، يسـتعرض برترام بلانك دراسـة حديثة تشـير إلى أن نظرية التنـاظر المـرآتي، التي تقـول إنّ البِنْية النووية لا تتغير بإحـلال النيوترونات محل البروتونـات، والعكـس، لا تنطبـق على زوج من النوى المتناظـرة في الحالة القاعية. كما تتنـاول كاترين داينهارت بالشرح دراسـة تستكْشـف كيفية انتشـار بروتين «تاو» tau، أحـد أبـرز البروتينات التي تُوَجَّه إليها أصابع الاتهام في التسـبب في أمراض تنكسـية عصبيـة عـدة، بسـبب تراكمه على الخلايا العصبية للمخ، أما ديانا إمِ. تشـيرش، فتغـوص بنـا في قلب نتائج أربع ورقـاتٍ بحثية نُشرت مؤخرًا في دورية *Nature*، حاول مـن خلالهـا الاتحاد القائم على مشروع قاعدة بيانـات تجميع الجينوم (gnomAD) سـد الفجوات المعرفية بشـأن التنوع الجيني لدى البشر.

رئيس التحرير
علياء حامد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات


مادتان تتحدان ثم تنفصلان كي تكوّنا بلورات ص.12


نورا فولكو.. عالمة تحارب أزمة الإدمان ص.32


«اقتصاديات كوفيد»: أول الكتب عن كورونا ص.40

افتتاحيات

رؤية كونية

أضواء على البحوث

موجز الأخبار

أخبار في دائرة الضوء

تحقيقات

تعليقات

كتب وفنون

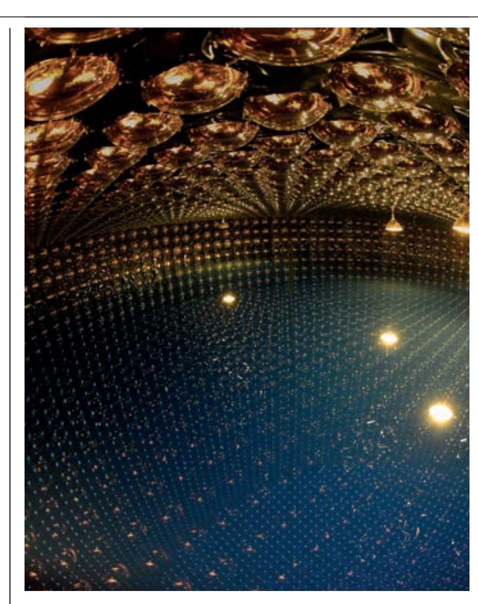
مهن علمية

حيث أعمل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحاث

أنباء وآراء



على الغلاف

تصدُّع المرآة الكونية. تشير قوانين الفيزياء إلى أنَّه ينبغي وجود تناظُرٍ بين جسيمات المادة في كوننا وجسيمات المادة المضادة في كونٍ موازٍ. لكن يوجد في كوننا حالة من عدم التوازنِ بين المادة والمادة المضادة. وقد ثَبَتَ أنَّ هناك اختلافًا بين سلوك الكواركات والكواركات المضادة، غير أنَّ هذا الخرق في التناظُر، والذي يُعرف باسم «خرق تناظُر الشحنة السَوِيَّة» CP violation، لم يُثبَت في حالة اللبتونات. لكن مؤخرًا، أفاد المشروع التعاوني الدولي «تي تو كيه» T2K بأنَّه قد قاس اختلافاتٍ بين احتمالية أن يتحول جسيم الميون نيوترينو إلى الإلكترون نيوترينو، واحتمالية أن يتحول الميون نيوترينو المضاد إلى الإلكترون نيوترينو المضاد، وهو ما يشير إلى وجود خرقٍ في تناظُر الشحنة السَوِيَّة في اللبتونات. وإنَّ تأكدت تلك الملاحظات، قد يفسر هذا الخرق في التناظُر سبب وجود كميةٍ زائدة من المادة في كوننا. **صفحتا 45، و 52**

صورة الغلاف: Kamioka Observatory, Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

ملخصات الأبحاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



nature

نحو تفسير التفوق العددي للمادة على المادة المضادة

اكتشافٌ مهم في فيزياء الجسيمات يُذكِّرنا بأهمية النتائج الأولية القوية.

اعتبر كل من كلايد كوان، وفريدريك راينز -الفيزيائيَّين المتخصصَين في الأسلحة النووية- النيوترينو "أصغر جُسيم يكوِّن الواقع المادي، أمكن للإنسان تصوّره على الإطلاق". [اقتباس طبق الأصل]

جاء ذلك في تعقيبٍ[1] أَدْلَيَا به لدورية *Nature* في عام 1956، نُشِر بعد بضعة أشهر من صدور ورقةٍ بحثية لهما في دورية «ساينس» *Science*[2]، يشرحان فيها التجارب التي اكتشفا بها النيوترينوات، وهي جسيمات دون ذرية، تفتقر إلى شحنةٍ كهربائية، ويصعُب رصدها للغاية؛ لأنَّ تفاعلها مع الأشكال الأخرى من المادة محدود للغاية. وقد تساءل كوان وراينز عن العلاقة بين النيوترينوات ونظيراتها، النيوترينوات المضادة. وبفضل ما أُتيح لنا من العلوم الآن، اتضح أن هذا السؤال مهم إلى درجة كبيرة.

ويشير بعض الباحثين –ممن يسيرون مباشرة على خُطى كوان وراينز– إلى أنَّ الاختلافات بين النيوترينوات والنيوترينوات المضادة ربما تساعد على تفسير أحد أصعب ألغاز الكون[3].

وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أنه يُفترض أن كل جسيمٍ من المادة في بدايات الكون قد نشأ وبصحبته نظيره الذي يُسمَّى المادة المضادة، قبل حوالي 13.8 مليار سنة، وقت حدوث الانفجار العظيم، وإلى أن المادة المضادة هي نفسها المادة، لكن بوجود بعض الخصائص الفيزيائية المُعاكِسة، مثل الشحنة الكهربائية، أو -على الأقل- هذا هو ما تفترضه النظريات الحالية.

أمّا اللغز الكبير الذي يُحيِّر علماء الفيزياء، فهو السبب وراء وجود المادة بِقَدرٍ أكبر كثيرًا من المادة المضادة في الكون الحالي، وإنْ كانت هذه النسبةُ تصبّ في صالحنا؛ فلو كان الكون يحتوي على كمِّياتٍ متساوية من المادة والمادة المضادة، لبدَّد بعضها بعضًا في حريق مفعم بالطاقة، يترك الكون مليئًا بالفوتونات، والمادة المظلمة، لا غير.

وبعد عشر سنواتٍ من اكتشاف كوان وراينز للنيوترينو، اقترح الفيزيائي الروسي وناشط حقوق الإنسان، أندريه ساخاروف، آليةً يمكن من خلالها تفسير كيف جرى خرْق هذا التوازن –أو التماثل– بين المادة والمادة المضادة، فكان أحد الأسباب التي اقترحها ساخاروف أنَّ ذلك التماثل لم يكن مثاليًّا من الأصل، وأنَّ كلا من المادة والمادة المضادة تُظْهِران خصائص مختلفة قليلًا عن الأخرى. وربما أدَّى هذا الاختلاف إلى تكوين فائضٍ من المادة أثناء التبريد الذي حدث بعد الانفجار العظيم بفترة قصيرة.

والسؤال الآن.. هل كان ساخاروف مُحِقًّا؟ إحدى تجارب فيزياء الجسيمات التي تُسمَّى «توكاي تو كاميوكا» Tokai to Kamioka، المعروفة اختصارًا بـ«تي تو كيه» (T2K)، والتي تُجرى عبر تعاونٍ دولي بين مئات من علماء الفيزياء، توعز إلى أن ساخاروف ربما كان على حق.

وفي هذه التجربة يجري توليد نيوترينوات في «مُجمَّع أبحاثِ مُسرِّع البروتونات الياباني» (J-PARC)، الواقع في منطقة توكاي على الساحل الشرقي لليابان، ثم تُطلَق هذه النيوترينوات من هناك تحت الأرض، لتسافر مسافة قدرها 295 كيلومترًا إلى مرصدٍ نيوترينوات يُسمَّى «سوبر كاميوكاندي» على الساحل الغربي. ويتمثل أهم عنصر بهذا المرصد في خزَّان مياه ضخمٍ مُبطَّن بآلاف من أجهزة الكشف المجهزة لالتقاط



"الوصول إلى المستوى 5 سيجما يتطَّلب حصول العلماء على نتائج يقدمها الجيل التالي من مراصد النيوترينوات".

الضوء المنبعث عند لحظة تفاعل النيوترينوات مع المياه. ونظرًا إلى أنَّ احتمالية تفاعل النيوترينوات ضئيلةٌ للغاية، تستغرق هذه التجارب سنواتٍ لجمْع بياناتٍ كافية، يمكن للعلماء استخلاص استنتاجاتٍ ذات دلالة منها. فعلى سبيل المثال.. استغرقت تجربة «تي تو كيه» عشر سنوات لرصد 90 جُسيم نيوترينو، و15 جُسيم نيوترينو مضاد فحسب، وذلك من أصل حوالي 1020 اصطدام بروتوني يُحتمل توليده للنيوترينوات، أحدثه العلماء بمُجمَّع أبحاث مُسرِّع البروتونات الياباني.

وباستخدام هذه البيانات، أجرى الباحثون المشاركون في تجربة «تي تو كيه» قياسًا لاحتمالية تذبذُب النيوترينو بين خصائص فيزيائية مختلفة، يُطلِق عليها الفيزيائيون وصف «النكهات»، في أثناء رحلته. بعد ذلك.. أجرى أفراد الفريق البحثي التجربة نفسها مع النيوترينوات المضادة، وقارنوا بين أرقام كلا نوعي الجسيمات، فإذا كانت المادة والمادة المضادة متماثلتين تمامًا، فينبغي أن تكون احتمالات تذبذب كلتيهما متساوية، لكنَّ تشير النتائج -على العكس- إلى أنَّهما ليسا كذلك، إذ رصدت تجربة «تي تو كيه» احتماليةً أعلى لتغيُّر نكهة النيوترينوات في أثناء رحلتها البالغة 300 كيلومتر –واحتماليةً أقل لتغيُّر نكهة النيوترينوات المضادة في المقابل– مقارنةً بتوقع الباحثين لما سيكون عليه الحال، لو كان سلوكهما متطابقًا.

نتائج تنتظر التحقق منها

وصحيحٌ أنَّ هذا الاكتشاف -إذا أمكن تأكيده- يضفي مصداقيةً على تفسير ساخاروف الذي طرَحه في عام 1967 حول أنَّ المادة والمادة المضادة لهما خصائص مختلفة[4]، إلا أن ثمة تَحَفُّظ يجب الانتباه إليه، وهو أن الاكتشاف الحالي لا يفي بمستوى الثقة المطلوب –المعروف باسم 5 سيجما (5σ)– الذي يضعه علماء فيزياء الجسيمات عادةً شرطًا لاعتبار النتيجة اكتشافًا، إذ تقف النتائج الحالية لتجربة «تي تو كيه» عند مستوى 3 سيجما من الدلالة الإحصائية، وتنخفض إلى المستوى 2 سيجما إذا استُبْعِدَ التماثل بين المادة والمادة المضادة تمامًا.

ومع ذلك، فمن المهم نَشْر كل تقدُّم محرَز في مثل هذا العمل المؤسِّس، إذ يُمكن أن يستغرق التخطيط لتجارب فيزياء الجسيمات وتصميمها عقودًا. ولذا، فإن النتائج التي لم تصل بعد إلى مستوى الدلالة الإحصائية 5 سيجما تلعب دورًا حاسمًا في إرشاد قرارات مجتمع علوم فيزياء الجسيمات بشأن الاستثمارات المستقبلية.

وصحيحٌ أنَّ الباحثين كان بإمكانهم الانتظار فترةً أطول، ولكنْ حتى لو كانوا قد انتظروا، كان مِن المستبعَد أنْ توفِّر تجربة «تي تو كيه» المعطيات الإضافية المطلوبة لتجاوز حدّ 5 سيجما، وذلك لأنَّ الوصول إلى المستوى 5 سيجما يتطَّلب حصول العلماء على نتائج يقدمها الجيل التالي من مراصد النيوترينوات. ولحُسن الحظ، فهناك ثلاثة مراصد من هذا النوع ستبدأ العمل في الأعوام المُقبِلة، هي مرصد «هايبر كاميوكاندي» Hyper-Kamiokande، الذي يقع بالقرب من مرصد «سوبر كاميوكاندي»، والذي يُتوقع أن يبدأ العمل في عام 2027، ومرصد «ديون» (DUNE) في الولايات المتحدة، المقرَّر أن يبدأ العمل في عام 2025، ومرصد «جونو»(JUNO)، في الصين، الذي يؤمل في أن يصبح في عام 2022 أول مرصدٍ من المراصد الثلاثة يبدأ العمل.

وسيتضح بمرور الوقت ما إذا كانت هذه الملاحظات الأوّلية ستثبت صحتها، أم لا، لكن في الوقت الذي تخضع فيه الاستثمارات الكبيرة في فيزياء الطاقة العالية إلى تدقيق متزايد، فإن هذه النتائج تُعزِّز أهمية مواصلة البحث عن إجاباتٍ لبعضٍ من أكثر ألغاز الكون غموضًا.

1. Reines, F. & Cowan C. L. Jr *Nature* **178**, 446–449 (1956).
2. Cowan, C. L. Jr, Reines, F., Harrison, F. B., Kruse, H. W. & McGuire, A. D. *Science* **124**, 103–104 (1956).
3. The T2K Collaboration *Nature* **580**, 339–344 (2020).
4. Sakharov, A. *Soviet Phys. Uspek*. **34**, 392 (1967).

nature

مواجهة تغيُّر المناخ، وتخفيف حدة الفقر.. وجهان لعملة واحدة

العالَم في حاجة ماسة إلى الوصول إلى توافق في الآراء بشأن التصدي للتغير المناخي في مرحلة ما بعد الجائحة.

للمرة الأولى منذ بدء الاحتفال بيوم الأرض قبل 50 عامًا، تزامن هذا العيد -الذي تم إحياؤه في الثاني والعشرين من إبريل الماضي- مع بارقة أمل بتقليل البصمة الكربونية، وذلك بعدما تسبب أسرع تباطؤ اقتصادي شهده العالم على الإطلاق في إيقاف وسائل النقل، وإغلاق أماكن العمل.

ويأتي هذا "الوضع الطبيعي الجديد" -كما يسميه البعض- مصحوبًا بتكلفة اجتماعية واقتصادية باهظة. وحتى مثول دورية *Nature* للطبع، كان فيروس كورونا الجديد «سارس-كوف-2» قد حصد أرواح أكثر من 450 ألف شخص، وهو عدد آخِذ في الارتفاع. وعجّلت جائحة تفشي الفيروس كذلك بحدوث صدمة اقتصادية غير مسبوقة، جعلت عشرات الملايين عاطلين عن العمل في جميع أنحاء العالم. وينصَبّ تركيز الحكومات حاليًّا -عن حق- على إنفاق تريليونات الدولارات؛ للحفاظ على استمرار عمل أنظمة الرعاية الصحية، وتحمُّل تكاليف الرعاية الاجتماعية المتزايدة، ودعم الشركات؛ للحيلولة دون خسارة المزيد من العمال لوظائفهم.

وفي الوقت نفسه، تصطف صناعات عديدة من تلك الصناعات كثيفة الانبعاثات الكربونية المعتمِدة على الفحم والنفط والغاز في انتظار إنقاذها. ويتعين على الحكومات أن تقاومها.. فقبل انتشار الوباء كان الزخم يتنامى باتجاه الحد من الانبعاثات الكربونية، من خلال التزام الحكومات بالوصول إلى صافي انبعاثات صفري، ومن خلال الصفقات الخضراء الجديدة، على سبيل المثال.

وهذه الجهود لا ينبغي التراجع عنها، بيد أن السعي لمستقبل أكثر مراعاةً للبيئة بعد انتهاء الجائحة يجب ألا يأتي على حساب سُبل العيش، لا سيما للأشخاص الأقَل أجرًا، وللأفراد في الدول النامية. وتتوقع الأمم المتحدة أن يسفر انخفاض الطلب على السلع من البلدان ذات الدخول المرتفعة عن خسارة البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة لمئات المليارات من الدولارات التي تتحقق من عائدات التصدير في عام 2020. وما لم تُجر جهود بحثية، وتُتخذ إجراءات على وجه السرعة، سيظل عدد كبير من مواطني الكثير من هذه الدول عاطلًا عن العمل.

الملوِّث.. يدفع

لحسن الحظ، يوجد إجراء واحد يمكن أن يُسهم في تخفيف بعض المصاعب المقبلة، ويضمن -في الوقت نفسه- استدامة التنمية. وبناءً على هذا، فبعد قمة الأرض التي عُقدت في مدينة ريو في عام 1992، تعهدت البلدان المتقدمة بمساعدة البلدان النامية في مجالَي البحث والتطوير، وفي تمويل الأنشطة الصديقة للبيئة. ولم تكن هذه معونةً بقدر ما كانت تطبيقًا لمبدأ «الملوِّث.. يدفع»، إذ أقرت دول عديدة من تلك الدول الأكثر ثراءً بأنّ إجراءاتها تسببت في تغيُّر المناخ؛ واتفقت على تحمُّل مسؤولية تمويل الدول الأقل تقدمًا، لمساعدتها على أن تصبح أقدر على التكيف مع آثار الاحترار العالمي، ولكي يتسنى لتلك الدول النامية مواصلة التنمية، ولكنْ بطرق أكثر مراعاةً للبيئة.



> **لقّنت الجائحة العالَم درسًا قاسيًا عما يحدث عند وقوع اضطراب اقتصادي مباغِت وسريع".**

وقبل عشرة أعوام، تعهدت الدول المتقدمة بتخصيص تمويلات قدرها 100 مليار دولار أمريكي سنويًّا للبلدان النامية لأنشطة مكافحة تغير المناخ قبل حلول عام 2020. ومع ذلك، وكما أوردنا في عدد سبتمبر للعام الماضي (*Nature* **573**, 328–331; 2019)، لم يصل من هذا المبلغ إلى وجهته في عام 2017 سوى 71 مليار دولار فقط، وكان معظم هذا المبلغ في صورة قروض، وليس في صورة مِنَح. وفي ضوء عمليات الإنقاذ المالي الجارية اليوم، فإن هذه المبالغ ليست بالفادحة.

على الصعيد العالمي، ستكون هناك حاجة إلى حوالي 2.4 تريليون دولار سنويًّا على مدى الأعوام الخمسة عشر المقبلة، لمجرد الانتقال إلى أنظمة طاقة بديلة، وذلك حتى لا تتجاوز درجات الحرارة العالمية 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية. ومع تفاقُم الأزمة الاقتصادية، تقدِّم وكالات الإقراض متعددة الأطراف المزيد من القروض، إلا أن القروض لا تعوض الفشل في الوفاء بالوعود السابقة.

ومن المؤسف أنه جرى تأجيل المؤتمر المقبل لأطراف اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ، الذي كان مقررًا عقده في جلاسجو بالمملكة المتحدة خلال شهر نوفمبر، حيث كان من المزمع أن يتم تذكير البلدان المتقدمة بالتزاماتها. ومع ذلك، وانطلاقًا من روح تغيير أنماط سير العمل القائمة حاليًّا، فلا يزال من الممكن أن يُعقد هذا الاجتماع -أو الاجتماعات التحضيرية له، على الأقل- عبر الإنترنت. ويجب أن تشمل حزمة إجراءات تحفيز الاقتصاد القادمة تمويلًا، لتحقيق تنمية أكثر مراعاةً للبيئة، ولا بد أيضًا من الوفاء بوعود تمويل الدول النامية، التي طال انتظار ترجمتها إلى واقع.

لقّنت الجائحة العالَم درسًا قاسيًا عما يحدث عند وقوع اضطراب اقتصادي مباغت وسريع. وقد تنتظرنا صدمة مماثلة -حسبما حَذَّر الاقتصاديون منذ فترة طويلة- إذا لم تُتخذ إجراءات للحدّ من تغيُّر المناخ. ويتوقع صندوق النقد الدولي أن تعود معدلات النمو إلى الارتفاع مرة أخرى في معظم الدول -على الأرجح- في عام 2021، إذا لم تستمر عمليات تعليق الأنشطة، إلا أن العالَم قد لا يتمكن من الصمود، إذا ما نتجت مثل هذه الصدمة عن أحداث مناخية قاسية، أو عن ارتفاع مستوى سطح البحر.

ولهذا السبب.. يجب أن تظل أشكال النمو الأكثر مراعاةً للبيئة أولوية، لكنّ جهود التنمية يجب أن تكون منصِفة أيضًا.

وقفةٌ مع التعليم: البياناتُ تصنع الفارق

دراسةٌ شاملة عن التعليم تشير إلى أن 61% فقط من أطفال العالم سوف يتمكَّنون من إتمام دراستهم الثانوية.

كيف لنا أن نكفل لكل طفلٍ الحصول على تعليم جيّد؟ صحيح أنَّ توفير تعليمٍ مدرسيٍّ جيدٍ للجميع يندرجُ ضمن أهداف الأمم المتحدة

nature

للتنمية المستدامة (SDGs)، لكن هذه ليست الحال، إذ أكدت دراسةٌ -واحدة من أكبر الدراسات من نوعها- أن بعض بلدان العالم عاجزة عن أن تكفل فرص التعليم المدرسي للأطفال غير المسجّلين بالمدارس في الوقت الحاليّ، البالغ عددُهم نحو 260 مليونًا.

تضمَّنت هذه الدراسة التي أعدَّها فريقٌ بحثي بقيادة إيمانويلا جاكيدو، الباحثة في مجال القياسات الصحية بجامعة واشنطن الواقعة في مدينة سياتل الأمريكية -ونُشرت مؤخرًا بدورية *Nature* (J. Friedman *et al*. *Nature* **580**, 636-639; 2020) - تحليلًا لبياناتٍ تعليمية شَمِلَتْ 195 بلدًا وإقليمًا، عن الفترة الممتدة بين 1970 و2018. ومنه، وضع الباحثون نموذجًا لاستشراف ما سيكون عليه وضع التعليم في عام 2030؛ وهو العام الذي اتفقت الدول على تحقيق أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر -وما يتصل بها من غايات- بحلوله.

ومع أن توقعات الباحثين تشير إلى أنَّه بحلول 2030 ستصل نسبة إتمام التعليم الابتدائي بين الأطفال إلى نحو 90%، فلن تزيد نسبة إتمام الدراسة الثانوية بين الشباب البالغين (ممن تتراوحُ أعمارهم بين 25 و29 عامًا) على 61% (مع الأخذ بعين الاعتبار أن النموذج الذي تقوم عليه هذه التوقعات قد وُضع قبل أن تحلَّ بالعالم جائحة «كوفيد-19» COVID-19، التي تحُول دون ذهاب أعداد كبيرة من الأطفال إلى مدارسهم). والحقُّ أنَّ تحقيق جميع الغايات المُندرجة تحت هدف «التعليم» يستلزم أن تُتاح للجميع فرصة إتمام التعليم الابتدائي والثانوي على حدٍّ سواء، وأن يكون ذلك بالمجّان.

ومع أنَّ هدف التنمية المستدامة المتعلق بالتعليم قد يتعذَّر تحقيقه، فإن المساعيَ التي بُذلت في هذا الصدد تسير عمومًا في الاتجاه الصحيح؛ فقد ارتفعت نسبة إتمام الدراسة الابتدائية بين الشباب –في الفئة العمرية الواقعة بين 25 و29 عامًا– من 50% في عام 1970 لتصل إلى 83% في عام 2018. ومن المتوقع أن تبلغ هذه النسبة 89% بحلول عام 2030.

وبالمثل، تُشير الإحصاءات إلى أنَّ نسبة إتمام الدراسة الثانوية في الفئة العمرية ذاتها بلغت نحو 20% فقط في عام 1970، في حين أنها لم تزد على 7% في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ويتوقع الباحثون أنه بحلول عام 2030، سترتفع النسبة نفسُها في هذه البلدان إلى ما يقرب من 75%.

أما بالنسبة للتعليم العالي –ويُقصد به إكمال 15 عامًا أو أكثر من التعليم- فقد طرأ عليه تحسُّنٌ عالميٌّ كذلك، ومرةً أخرى، كان لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا النصيبُ الأكبر من هذا التحسُّن. ومع ذلك، لن يتمكَّن سوى نصف الشباب من الحصول على مؤهلاتٍ عُليا بحلول عام 2030، بل وحتى في مناطق العالم الأكثر تقدمًا على هذا الصعيد، بحسب توقعات الباحثين.

إذًا، ما الذي يتعيَّن فعله حتى يتسنَّى لمزيد من الأطفال إكمال تعليمهم؟ يتطلَّب الأمر مزيدًا من تضافر الجهود، لا سيَّما من قِبل صُناع القرار؛ وهو ما يستلزم -بدوره- دعم تلك الجهود ببيانات أكثر دقة، انطلاقًا مما لدينا من معلومات. فإننا نعلم -على سبيل المثال- أن حظوظ الإناث في إتمام التعليم المدرسي على مستوى العالم أقلُّ منها لدى الذكور، على الرغم من أن هذه الفجوة بين الجنسين قد سُدَّت بالفعل أو تكاد، مما سيُمكِّن مزيدًا من الدول من إحراز تقدُّم صوب تحقيق هدف التنمية المستدامة المتعلق بالمساواة بين الجنسين. ونعلم كذلك أن فُرص الأطفال الذين يقطنون الأماكن الريفية في بلوغ مرحلة التعليم الثانوي، أو حتى إنهاء المرحلة الابتدائية، أقلُّ من فُرص أقرانهم من قاطني المناطق الحضرية.

ليس هذا فحسب؛ إننا على درايةٍ أيضًا بفئات الأطفال الذين تقلُّ حظوظهم في الالتحاق بالتعليم من الأصل، أو التدرُّج فيه من المرحلة الابتدائية إلى المراحل التعليمية الأعلى. وبصفةٍ عامة، يُلاحَظ أن هؤلاء

> "التعليمُ هو السبيل للتصدي للمشكلات العديدة التي يواجهُها العالَم اليوم".

الأطفال عادةً ما ينحدرون من أُسَرٍ معيشية منخفضة الدخل؛ وهو ما يُحتِّم على الطفل أحيانًا أن يعمل كي يسهم في زيادة دخل الأسرة. ومن بين تلك الفئات المتضررة، الأطفال ذوو الإعاقة، وأولئك الذين يعيشون في مناطق الصراعات، والأطفال الذين ينتمون إلى أقليات. وخلاصة القول، يقف الحرمان بجميع أشكاله عائقًا أمام تعليم الأطفال. ناهيك بأنه في عديد من البلدان، لا يلتحق الأطفال بالمدارس نظرًا إلى عدم وجود عددٍ كافٍ من المدارس الحكومية التي تتسم بجودة لائقة.

غير أنَّه من الضروري أيضًا جمع بيانات بشأن هذه العوامل سالفة الذكر، على مستوى القرى والبلدات والمدن والأحياء، كما يلزم تتبُّعها على نحو منتظم حتى يمكن رصد ما يُحرَز فيها من تقدُّم، خاصة في البلدان ذات الدخل المنخفض. من شأن تلك البيانات أن تُلقي الضوء على الفئات الأكثر احتياجًا إلى المساعدة، مما يتيح للجهات التعليمية –وكذا الجهات التمويلية– توجيه جهودها في المسار الصحيح.

لا بُدَّ أيضًا من جمع مزيد من البياناتٍ عن التحصيل العلمي، أو ما يُعرَف بنتائج التعلُّم؛ ذلك أنَّ البيانات الحالية غيرُ وافية، ومن ثمَّ يصعُب عقد مقارنة بين البلدان استنادًا إليها، في ظل غياب معيار دولي متفق عليه في هذا الشأن. فعلى سبيل المثال، بينما يُفترض في بعض البُلدان أن يكون الأطفال لدى إتمامهم التعليم الابتدائي قد بلغوا مستوىً معياريًا محددًا من القدرة على القراءة، نجدُ أنَّ الأمر ليس كذلك في عديد من المناطق حول العالم. ولمجابهة هذا التحدِّي، يتعاون البنك الدوليُّ حاليًّا مع منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسيف) من أجل وضع نماذج موحَّدة لتقييم نتائج التعلُّم، كما يدعو -بالتعاون مع منظمات أخرى- إلى اعتماد تلك التقييمات الموحَّدة في إطار المساعي الرامية إلى تحقيق هدف التنمية المستدامة الخاص بالتعليم.

البياناتُ صنعتْ فارقًا

لقد كان للبيانات دورٌ بالفعل في غرس الثمار التي نجنيها اليومَ على مستوى التعليم الابتدائي، والتي ما كانت لتزدهر لولا وجودُ رغبةٍ قوية في إحداث تغيير. فقبل عشرين عامًا، ارتأت الدول الأعضاء بالأمم المتحدة أن نسبة الأطفال المُسجَّلين بمرحلة التعليم الابتدائي آنذاك 83%- من إجمالي الأطفال- لم تكن بالنسبة المرضية. ومن هذا المُنطلَق، شرعتْ في جمع البيانات ذات الصلة على المستويين القومي والمحلي، وخلُصت إلى أنَّ أسباب ضعف الإقبال على التعليم تضمَّنت سوء التغذية بين أطفال المناطق الريفية، فضلًا عن تدني الخدمات المُقدمة في تلك المناطق. وعليه، أقدَمَ صُناع القرار على الدفع بحزمة من الإجراءات، شمِلتْ إنشاء مدارس متنقلة، وتوفير وجباتٍ مدرسية مجانية أو مدعَّمة. وهكذا، فبحلول عام 2015، ارتفعت نسبة الالتحاق بالتعليم الابتدائي لتصل إلى 91.

يمكن الاعتمادُ على النهج نفسه من أجل رفع نسبة الالتحاق بمرحلتي التعليم الثانوي والعالي؛ ففي مقدور الباحثين أن يُساعدوا الدُّول على تحديد الفئات المتسرِّبة من التعليم، وفهم الأسباب الكامنة وراء ذلك، ومن ثمَّ يضعون ما يتوصَّلون إليه من معلومات في أيدي صُناع القرار وجهات التمويل.

التعليمُ حقٌّ، كما ينصُّ على ذلك الإعلان العالميُّ لحقوق الإنسان، وكذا اتفاقية الأمم المتحدة لحقوق الطفل. ثم إنه وثيق الصلة بالصحة والرفاهِ العام، وهو السبيل للتصدي للمشكلات العديدة التي يواجهُها العالَم اليوم، من التغيُّر المناخي إلى جائحة فيروس كورونا. ولسوف يرثُ هذا الجيل من أطفال المدارس عالمًا أكبرُ الظن أنه يتَّجه -عِقدًا بعد عِقد- نحو مزيدٍ من عدم الاستقرار. ولمَّا كان الأمرُ كذلك، فحريٌّ بنا أن نمُدَّهم بكل الأدوات التي من شأنها أن تُعينهم على التعامل مع ذلك العالم، وعلى رأسها: التعليم الجيد.

رؤية كونية

كتب بواسطة
هايدي جيه. لارسون



نقص المعلومات وزيفها وجهان لعملةٍ واحدة

أنْ تَحجِب الحكوماتُ الرسائل المتعلقة بمرض «كوفيد-19»، فهي بذلك تبدد مصداقيتها.

عندما تَحجِب الحكوماتُ -أو قادتها- معلوماتٍ خاصة بالجائحة الحالية، أملًا في تهدئة الجماهير القلقة، أو تنشر عمدًا معلوماتٍ مضللة، ظنًّا منها أنَّها ستطمئنهم، فإنَّها تُخَاطِر بتقويض مصداقيتها، وقدرتها على مساعدة الناس على مواجهة التهديدات الحقيقية لصِحّتهم.

والأمثلة على ذلك كثيرة في جميع أنحاء العالم، فعلى سبيل المثال.. ادعى الرئيس الأمريكي دونالد ترامب بأنَّه سيتوفر اختبار تشخيصي لـ"أي شخصٍ يحتاج إلى الاختبار". وهناك أيضًا إيران، التي كانت معروفةً يومًا ما بقوة نظامها الصحي، فإذ بها تعاني بشدة من مرض «كوفيد-19». وكان الإيرانيون يتملكهم الغضب بالفعل تجاه حكومتهم، وتنعدم ثقتهم فيها، عقب إسقاطها طائرة ركاب بطريق الخطأ في شهر يناير الماضي، ناهيك عن مظالم أخرى يتعرضون لها. ووسط هذه الأجواء من انعدام الثقة، ظهرت موجةٌ جديدة من الغضب مع شعور العامة بأنَّ الحكومة لم تكن تبذل ما في وسعها لإبطاء تفشي المرض. وحاول وزير الخارجية محمد جواد ظريف من جانبه توجيه هذا الغضب تجاه طرفٍ آخر، فألقى باللوم على الولايات المتحدة. لا شك في أنَّ العقوبات الأمريكية قد أضرّت بالفعل بالحياة اليومية في إيران، وربما أضعفت من قدرتها على التصدي لتفشي مرض «كوفيد-19»، غير أن الحكومة الإيرانية أيضًا حاولت -عن عمدٍ- إخفاء معلوماتٍ عن حالة التفشي، إذ حذرت السلطات الإيرانية أفراد الأطقم الطبية من مشاركة أي معلوماتٍ عن المصابين أو الموارد المحدودة المتاحة لهم، مما أدى إلى تقويض قدرة البلاد على التصدي لتفشي المرض.

وأفادت هيئة الإذاعة الكندية -في الثامن عشر من مارس الماضي- بأنَّ الأطباء في روسيا يخشون احتمالية وجود "المئات" من الوفيات، رغم تأكيدات الرئيس فلاديمير بوتين بأنَّ الوضع بأكمله تحت السيطرة. ويقول بعض الأطباء هناك إنَّهم يُحْجِمون عن إبلاغ السلطات الصحية عن الحالات المشتبه في إصابتها بالمرض، لأنَّهم قلقون بشأن حالة مَرافق الحجر الصحي التي سيُرسَل مرضاهم إليها، ويخشون كذلك أن تغلق الحكومة عياداتهم الخاصة. وكشفت وكالة أنباء «رويترز» أنَّ البيت الأبيض أبقى الاجتماعات المهمة الخاصة بمرض «كوفيد-19» سريةً، حتى لو ترتب على ذلك إخفاء المعلومات عن الخبراء المعنيين الذين يُستشارون عادةً في مثل تلك الظروف، فيما راح الرئيس يُردِّد عبارات من قبيل "الوضع بأكمله تحت السيطرة"، إلى أن فرض الواقع تغييرًا جذريًّا سريعًا.

وحيثما يدرك الناس أن مصادر المعلومات الرسمية غير جديرةٍ بالثقة، يصبح المناخ مهيأً لانتشار تكهناتٍ لا أساس لها بسرعة البرق على نطاقٍ واسع، إذ تسبب مرض «كوفيد-19» في إطلاق موجة عارمة من الشائعات، ظهرت في صورة مزيجٍ يتعذر تمييز عناصره المختلفة، يتألف من معلوماتٍ لم تثبت صحتها، ومعلوماتٍ مفيدة، وأخرى مضللة، ومعلوماتٍ زائفة قُصد التلاعب بها عمدًا. ففي الفترة بين الأول من يناير ومنتصف مارس 2020، رصدت جهودنا الخاصة لمتابعة وسائل التواصل الاجتماعي في مشروع «الثقة في اللقاحات» The Vaccine Confidence Project أكثر من 240 مليون رسالة تشير إلى الفيروس الجديد، تنتشر على وسائل التواصل الاجتماعي ووسائل الإعلام الرقمي على مستوى العالم، بمتوسطٍ قدره 3.08 ملايين رسالة يوميًّا. وعلى موقع «تويتر»، كان هناك 113 مليون مغرد ينشرون كل شيء، بدءًا من رسائل التقارير الإخبارية والتعليقات عن مرض «كوفيد-19»، إلى الآراء حول إجراءات الحجر الصحي، والتكهنات بمصدر الفيروس، وتفاصيل العلاجات المصنوعة في المنزل. تنوعت هذه العلاجات بين علاجاتٍ غير مضِرّة نسبيًّا كتناول الثوم، إلى علاجاتٍ خطيرة للغاية، مثل شرب مُبيِّض الأقمشة. وأوصت رسالةٌ نُسبت كذبًا إلى جامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا بشرب الماء لقتل الفيروس، أو بحبس الأنفاس لمدة عشر ثوانٍ، لتحديد ما إذا كنت مصابًا بالمرض، أم لا (كلتا الطريقتين فاشلتان).

ومع تسابق العلماء لدراسة الفيروس الجديد، بدأت تروج نظريات المؤامرة حول ما إذا كان الفيروس عاملًا ممرضًا جديدًا تطوَّر بصورةٍ طبيعية، أم أنّ هذا الفيروس انتشر عن غير قصدٍ من مختبرٍ شديد الحراسة في مدينة ووهان بالصين، أم أنه مُخلَّق عمدًا ليُستخدَم كسلاحٍ بيولوجي، وهي الفكرة التي لاقت رواجًا لدى البعض في ظل الوضع الجغرافي السياسي الحالي، والتوترات العميقة بين الولايات المتحدة والصين.

وفي التاسع عشر من فبراير، أصدرت مجموعةٌ من العلماء بيانًا في دورية «ذا لانست» *The Lancet*، لكبح هذا التسونامي من نظريات المؤامرة. وأكدوا أنَّ الدراسات "خلصت بإجماع شبه تام إلى أنَّ فيروس كورونا الحالي نشأ في البرية". وبين اكتشاف الفيروس الجديد، وتأكيد أصوله، لم يكن هناك دليلٌ متاح لمواجهة تلك الشائعات التي انتشرت كانتشار النار في الهشيم، وما زالت مستمرةً في الانتشار لمن يريدون تصديقها.

يتمثل التحدي الذي يواجهه صناع السياسات والسلطات الصحية في أنَّه بينما يتضح بسهولة زيف بعض المعلومات، بل وضررها، فإنَّ بعضها الآخر يُصَعِّب حسْم مدى صحته، إذ إنَّ منها ما يثير فقط الشكوك، والارتباك، والفكر التآمُري، ويقوض الثقة في السلطات الصحية، لكنَّ تلك المعلومات من الصعب تحديدها وتفنيدها. وقد يكون بعض المعلومات الجديدة ذا قيمة، وإنْ لم تثبت صحته بعد، وبالتالي يصبح حذفه مضرًا.

لقد بدأ هذا الوباء بمثالٍ صادم على تلك المشكلة، عُتِّم فيه على معلوماتٍ كان بإمكانها أن تنقذ حياة الكثيرين، وعوملت كإشاعة. ففي الثلاثين من ديسمبر الماضي، نشر طبيب العيون الشاب في ووهان، لي وين ليانج، رسالةً إلى زملائه، حاول فيها لفت انتباههم إلى انتشار مرضٍ شبيه بالمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة (سارس) في المستشفى الذي يعمل به، وإذ بالحكومة الصينية تحذف منشوره، وتتهمه بترويج الشائعات. وفي السابع من فبراير، مات وين ليانج مصابًا بمرض «كوفيد-19».

يا له من مشهدٌ مروع، لا يتوقف فقط عند مجرد كشف معلومة مضللة، بل يفضح العلاقات بين الجماهير والسياسيين، وغياب الثقة في دوافع السلطات الحاكمة، ومخاوف القادة من أن تثير الحقيقة حالةً من الفوضى والمعارَضة بين العامة. فنصيحة "ابقَ هادئًا، واستمر في حياتك" يمكن أن تتسبب في تأثيرٍ عكسي تمامًا في ظل انتشار فيروسٍ جديد متطور وفتّاك.

> "تَسَبَّب مرض «كوفيد–19» في موجة عارمة من الشائعات".

هايدي جيه. لارسون
أستاذة في مشروع الثقة في اللقاحات في كلية لندن للصحة وطب المناطق الاستوائية، وتدير المشروع أيضًا، وتعمل كذلك أستاذةً إكلينيكية لعلم مقاييس الصحة بجامعة واشنطن في مدينة سياتل الأمريكية.
البريد الإلكتروني: heidi.larson@lshtm.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤية كونية

كتب بواسطة
هاربيت إيه. واشنطن

كيف تُفاقِم العنصرية البيئية انتشار الجائحات؟

تزيد الظروف المعيشية الضارة من معدلات الوفيات بـ«كوفيد-19» COVID-19؛ ومن ثم يجب على العلماء تتبع كيفية حدوث هذه الزيادة، وأسبابها.

في الوقت الذي تتراكم فيه البيانات التي تشير إلى أن الأشخاص الملونين في بعض الأماكن أكثر عرضة من البيض للإصابة بمرض «كوفيد-19» COVID-19، والوفاة بسببه، تزايد النقاش الذي يتشبث بعوامل تتجاوز العِرْق لتفسير هذه الظاهرة. إنني معتادة على ذلك؛ فعندما نُشر كتابي عن العنصرية البيئية في العام الماضي، كان أحد أكثر الأسئلة التي تلقّيتها شيوعًا يتعلق بالتفسيرات البديلة لتدهور الصحة الذي يزداد في أوساط مجموعات الأقليات العرقية. وقد وُجهت إليَّ أسئلة -بلا شك- عما إذا كانت القضية تتعلق بالعِرْق، أم ترتبط بالفقر.

صحيحٌ أن الفقر أحد عوامل الخطر التي تؤدي إلى المرض، لكن التفاوُت بين الأعراق في التعرض للملوثات البيئية يشكِّل عوامل خطر أكبر، تبقى حتى بعد التحكُّم في مستوى الدخل. فالأمريكيون الأفريقيون الذين يحققون دخلًا سنويًّا يتراوح بين 50 ألف دولار، و60 ألف دولار، وينتمون بوضوح إلى الطبقة الوسطى، يتعرضون لمستويات أعلى بكثير من المواد الكيميائية الصناعية، وتلوُّث الهواء، والمعادن الثقيلة السامة، إلى جانب المُمْرِضات، مقارنةً بالبيض شديدي الفقر، ممن يبلغ دَخْلهم السنوي 10 آلاف دولار. ويظهر هذا التفاوُت في كل من المناطق الحضرية، والريفية.

ومن ثم، نحن بحاجة إلى نظرة أكثر إمعانًا وتعمقًا إلى أنظمة العنصرية البيئية، أي تلك الأنظمة التي تتمخض عن عدم مساواة في التعرُّض للملوّثات البيئية، بل وترسِّخ وجودها. فهذه الأنظمة يمكنها أن تستمر حتى في غياب الضغائن. وأهم مسبباتها هي اللامبالاة، والجهل، وعدم كفاءة اختبارات المواد الكيميائية الصناعية، وكذلك العنصرية، والتمييز في السكن، وجشع الشركات، وأخيرًا.. التهاوُن في إصدار التشريعات من قِبَل وكالة حماية البيئة التي أصابها الوهن (في الولايات المتحدة). وللتصدي لهذه الأسباب.. يتعين على المجتمع أن يتحمل مسؤولياته بفاعلية. ومن خلال استباق الاعتداءات البيئية الهائلة التي يتعرض لها الأشخاص الملونون، يمكننا العمل على حماية الأرواح أثناء الجائحة الحالية، وكذلك في حالات تفشي الأمراض المستقبلية.

صحيحٌ أن المُمْرِضات تساوي بين الجميع بطبيعتها، لكنْ من الثابت أيضًا أن مجموعات الأقليات العرقية المُهَمّشة تتعرض بشكل أكبر للتلوث البيئي، كما أنها أقل قدرة على الانتفاع بالرعاية الصحية. ويخلق كل ذلك مَواطن ضَعف جسدية واجتماعية تجعل الأشخاص الملونين أقل قدرة على مقاومة العدوى والنجاة منها، مثلما هو الحال مع فيروس كورونا. وهذه ليست مشكلة في الولايات المتحدة فحسب، ففي إبريل الماضي، أشارت تقديرات المركز الوطني البريطاني للتدقيق والبحوث في شؤون وحدات العناية المركزة إلى أن 35% من الأشخاص المحتجَزين في هذه الوحدات من جرّاء الإصابة بـ«كوفيد-19» هم من السود، أو من الآسيويين، أو ينتمون إلى مجموعات أقليات عرقية أخرى، أي يشكلون ما يقرب من ثلاثة أضعاف نسبتهم بين سكان المملكة المتحدة. كما أن أول عشرة أطباء عُرفت وفاتهم تأثرًا بالإصابة بـ«كوفيد-19» في المملكة المتحدة كانوا أيضًا من السود، أو من الآسيويين، أو مجموعات الأقليات العرقية الأخرى. وقد رُجِّح أن يكون سبب هذا التفاوُت هو الإسكان المكدس، وظروف العمل، إذ يعيش 2% فقط من البيض داخل المملكة المتحدة في أوضاع مزدحمة، بينما يعيش 30% من الأُسَر البنجلاديشية، و16% من الأُسَر الباكستانية، و15% من الأفريقيين السود في مساكن مكتظة بالقاطنين. ويُعتبر السود والمنتمون إلى الأقليات العرقية أيضًا أكثر عرضة للعيش في المناطق التي تعاني "الحرمان" من موارد الحياة الأساسية، والأقرب إلى مصادر التلوث الصناعي؛ من المياه الملوثة بالرصاص في مدينة فلينت بميشيجان، إلى غاز الأعصاب، والزرنيخ، وثنائي الفينيل متعدد الكلور في أنيسون بألاباما.



إننا نحتاج إلى نظرة أبعد من تلك الافتراضات التي تلقي باللوم على الاختلافات الجينية، وعلى «خيارات» نمط الحياة، باعتبارهما تفسِّران أوجه التفاوُت الطبية".

هاربيت إيه. واشنطن
مؤلفة للعديد من الكتب، أحدثها «خسارة فادحة: العنصرية البيئية وبطشها بالعقل الأمريكي» *A Terrible Thing To Waste: Environmental Racism And Its Assault On The American Mind*
البريد الإلكتروني: hw2140@columbia.edu

تزداد أيضًا احتمالات عيش المجموعات السكانية من السود والأقليات العرقية في أحياء يتعرضون فيها إلى مستويات مرتفعة من الرصاص وتلوُّث الهواء. وقد ربط العلماء منذ فترة طويلة بين التعرض المكثف لتلوث الهواء من جانب، وبين قِصَر متوسط العمر المتوقَّع. كما يمكن أن يؤدي هذا التعرُّض الخَطِر إلى تفاقم أمراض القلب، وتحفيز الإصابة بارتفاع ضغط الدم، وتقويض أجهزة المناعة. وقد رَبطت دراسة أولية نُشرت على أحد خوادم ما قبل الطباعة (Wu, X. *et al*. Preprint at medrxiv https://doi.org/10/ggrpcj; 2020) هذا التعرُّض بزيادة احتمال الوفاة، نتيجة الإصابة بـ«كوفيد-19»، إضافة إلى أن صعوبة الحصول على الأطعمة المغذية تزيد من سوء أوضاع هذه الفئات. ويُستخدم مصطلح "الصحاري الغذائية" غالبًا للإشارة إلى الأحياء التي تفتقر إلى محلات البقالة، وبائعي المنتجات الطازجة الأخرى، لكنني أفضل تسمية هذه الأحياء بـ"المستنقعات الغذائية"، لأنها غالبًا ما تكتظ بالأماكن التي تبيع الأطعمة غير الصحية، والكحول، والتبغ. وهو ما يؤدي إلى زيادة حالات السمنة، وحالات نقص التغذية، وهو ما يضاعف بدوره من أضرار التلوث البيئي. من ناحية أخرى.. فإنّ توفُّر فيتامين (سي)، والكالسيوم، والحديد في النظام الغذائي -على سبيل المثال- يمنع الجسم من امتصاص الرصاص، وهو معدن سام. ويمكن أن نسوق الحجج نفسها فيما يتعلق بإمكانية الاستفادة من المساحات الخضراء، ومَرافق ممارسة الرياضة.

وللتقليل من أوجه التفاوت هذه وغيرها، ومَنْع حدوثها، فإننا بحاجة إلى جمع بيانات أدقّ، ونشرها. فالسلطات بحاجة إلى توثيق العِرْق، وعدم افتراض أن بإمكانها الحصول على ما تحتاجه من معلومات من الوضع الاجتماعي والاقتصادي للأشخاص. إنّ المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها لم توافق على الإبلاغ عن حالات الوفاة على أساس العِرْق والانتماء الإثني، إلا عندما واجهَتْ ضغوطًا، وحدث ذلك بعد عدة أسابيع من أول حالة وفاة أمريكية. وبحلول يوم السادس عشر من مايو الماضي، كانت 40 ولاية فحسب قد أبلغت عن الأصول العرقية للأفراد الذين قضوا نَحْبهم بسبب الإصابة بـ«كوفيد-19»، وثلاث ولايات منها فقط قد أبلغت عن الأصول العرقية للأفراد الذين خضعوا لاختبارات الكشف عنه.

ومن الجدير بالذكر أنه في تسعينيات القرن الماضي، تبين أن علماء الصحة وممارسي الطب غير مدركين لارتفاع معدلات العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV)، والوفيات الناجمة عنه في مجتمعات الأفراد الملونين. ويتكرر هذا النمط الآن في حالات الوفاة الناجمة عن الإصابة بـ«كوفيد-19». ويحتاج صناع السياسات إلى إدراك ذلك، والبدء في توجيه تدخُّلاتهم؛ ربما عن طريق زيادة الاختبارات التي تخضع لها الشرائح السكانية الأكثر عرضة للإصابة بالمرض. كما نحتاج إلى نظرة أبعد من الافتراضات التي تلقي باللوم على الاختلافات الجينية، و"خيارات" نمط الحياة، باعتبارهما تفسِّران أوجه التفاوُت الطبية. وهناك مخاطر بعينها، مثل مكان إقامة الشخص، أو ما يتناوله من طعام، تعكس غالبًا حقائق خارجة عن إرادة هذا الشخص. فالتباعد الاجتماعي مستحيل بالنسبة إلى أشخاص يعيشون في شقق مكدسة، ويتوجب عليهم العمل متلاصقين في مصنع لتعبئة اللحوم مثلًا.

وبدلًا من ذلك.. يجب تصميم العلاجات والبحوث العلمية باستخدام معلومات حول الاختلافات في مناحي القدرة على الاستفادة من الرعاية الصحية، والتعرُّض للملوثات البيئية. وسيساعد هذا النهج الجميع؛ فكما يقول تيدروس أدهانوم جيبريسوس، رئيس منظمة الصحة العالمية: "لن يكون أحدٌ في مأمن، حتى يكون الجميع كذلك". وقبل كل شيء، يجب أن نتذكر أننا إذا لم نواجه العنصرية البيئية مباشرةً، فلن نستطيع التغلب عليها.

أضواء على الأبحاث

GREGOIRE CIRADE/SPL

حاسة بصر كهربية: تتبع الحروف في الدماغ

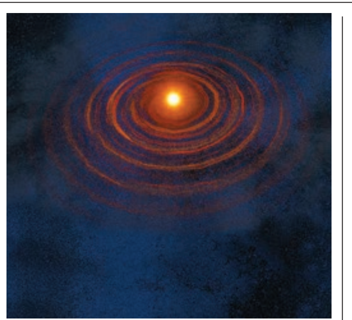
قد يتسنَّى للمصابين بالعمى "رؤية" حروف بعد إرسال نمط مُحدَّد من النبضات الكهربية إلى جزء مختص بالمعالجة البصرية في أدمغتهم.

عادةً ما يعاني الأشخاص الذين كانوا مبصرين قبل إصابتهم بالعمى، من تلف في أعينهم أو في العصب البصري، لا في القشرة البصرية، وهي منطقة الدماغ المسؤولة عن معالجة المعلومات البصرية. وتؤدي استثارة أجزاء مختلفة من القشرة البصرية في آن واحد لدى هؤلاء الأشخاص، باستخدام نبضات كهربائية، إلى تحفيز ومضات ضوئية من المفترض أن تتيح للدماغ خلق صورة يمكن تمييزها، لكن غالبًا ما تكون عديمة الشكل.

وللتغلّب على هذه المعضلة، ابتكر دانيل يوشور من كلية بايلور للطب في هيوستن بولاية تكساس، بالتعاون مع زملائه، نهجًا شبيهًا بتتبّع حدود جسم ما على راحة اليد. تعتمد تقنية الباحثين على نقل دفقات قصيرة من الكهرباء في تتابع يحاكي شكل الحروف مثل حرف "N" أو "Z" بالإنجليزية. وفي التجارب، نجح شخصان ممن فقدوا بصرهم في التعرف على أكثر من 80% من الحروف التي "عُرِضت" عليهم.

يمكن كذلك استخدام النهج نفسه لتتبّع معالم الأشياء الشائعة كالمنازل والسيارات، على حد قول الباحثين.

Cell **181**, 774–783 (2020)



لغزٌ دفين: مستودع الأرض السري

ربما يحتوي لب الأرض على غالبية مياه الكوكب؛ وهي كميةٌ يمكن أن تتجاوز مياه المحيطات على السطح بكثير.

قبل ما يزيد على 4.5 مليار سنة، تكوَّن كوكبنا بفعل الاندماج بين غاز الهيدروجين، والغبار، ومواد أخرى كانت تحوم حول الشمس الوليدة (موضح بالصورة: رسم تخيُّلي). ومع تشكُّل الكوكب، ربما انتقل عنصر الهيدروجين، الذي يدخل في تركيب الماء، إلى لُبِّه، الذي كان حينذاك لا يزال في طور التكوين. وثمة احتمال ثان، إذ ربما يكون الهيدروجين قد بقي في الطبقة التي بَرَدَت في نهاية المطاف، مكوِّنةً الوشاح الصخري للكوكب.

ونظرًا إلى استحالة فحص لب الأرض مباشرةً، سعى العلماء إلى محاكاة ما حدث، عن طريق تحليل سلوك الهيدروجين في ظل مستوياتٍ عالية من الضغط والحرارة، مشابهة لتلك الموجودة عند الحد الفاصل بين وشاح الأرض ولُبِّها.

ومن هذا المنطلق.. وضع الباحث يونجو لي -من كلية لندن الجامعية- وزملاؤه تقديرًا لدرجة الحرارة والضغط عند ذلك الحد الفاصل، وكيفية تفاعل الهيدروجين مع تلك الظروف. وخلُصوا من تلك المحاكاة إلى ترجيح أنَّ نسبةً تزيد على ثلاثة أرباع هيدروجين الأرض قد انتقلت -في مراحلها المبكرة- إلى لُب الكوكب.

Nature Geosci. http://doi.org/dwf9 (2020)

مادتان تتحدان ثم تنفصلان كي تكوّنا بلورات

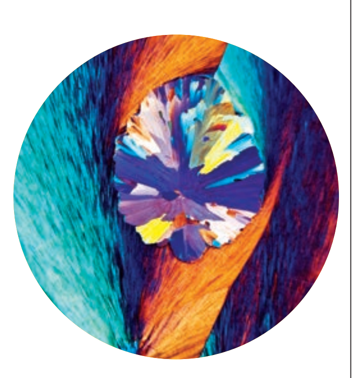
إنماء البلورات عملية معقدة قد تقتضي استخدام حاويات فراغية أو حمامات ثلجية. لكن الباحثين توصلوا إلى طريقة جديدة بسيطة لا تتطلب سوى مزج مادتين صلبتين مختارتين بعناية في درجة حرارة الغرفة، ثم تركهما لحالهما.

تنصهر المادتان الصلبتان المتلامستان تلقائيًّا مكوِّنتين سائلًا متجانسًا إذا أمكن تكوين قوى بين جزيئية ضعيفة بين أيوناتهما. وقد اكتشف سايمون هول وزملاؤه في جامعة بريستول بالمملكة المتحدة، أنه إذا تبخّرت إحدى المادتين الصلبتين بسهولة، فقد يمكن إنتاج عقاقير على هيئة بلورات محدّدة (مثل بلورة الباراسيتامول الموضحة في الصورة)، من الصعب تكوينها بطرق أخرى.

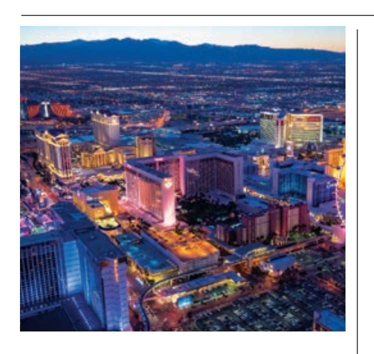
مزج الباحثون أحد الأشكال الصلبة لعقار باراسيتامول -المعروف أيضًا باسم أسيتامينُوفين- بمادة صلبة عرضة للتبخر تدعى الفينول في حاوية محكمة الغلق. بعد ذوبان المادتين معًا، كشف المؤلفون غطاء الحاوية وتركا السائل لحاله بضعة أيام. تبخر الفينول بالكامل مخلفًا بلورات الباراسيتامول فقط.

أثمر نهج الفريق عن إنتاج نوع نادر من بلورات الباراسيتامول يتسم بكونه أكثر فاعلية من الشكل المتداول حاليًّا، لكن تصنيعه صعب للغاية.

Cryst. Growth Des. **20**, 2877–2884 (2020)



GERD GUENTHER/SPL



GETTY

اتساع غير مسبوق للزحف العمراني

شهدت العقود الثلاثة الأخيرة تمدُّد المدن والتهامها مساحاتٍ تفوق كثيرًا ما كان يظنه العلماء في السابق.

ترصد الأقمار الاصطناعية الزحف العمراني من أعلى، لكن المشاهدات المسجلة لا تكون دائمًا مفصلة، أو مرصودةً بصورة منتظمة على مدار فترة ممتدَّة.

وقد دَرَس فريقٌ بحثي، مؤلَّف من شيا لي، من جامعة شرق الصين للمعلمين في شنجهاي، وجينزونج زونج من جامعة برينستون في نيو جيرسي، وزملاؤهما، صورًا التقطتها الأقمار الصناعية، لرسم مخطط للنمو العمراني خلال الفترة بين 1985 و2015، تغطي كل صورة 900 متر مربع من الأرض، مما سمح للباحثين بدراسة التغير في استخدام الأراضي بمرور الزمن.

كشفت الصور عن توسُّع المناطق الحضرية بنسبة 80% على مدار مدة الدراسة. وتبيَّن، كذلك، أنَّ المعدَّل السنوي لتحوُّل الأراضي من الاستخدامات غير الحضرية إلى الاستخدامات الحضرية قد بلغ في المتوسط 9687 كيلومترًا مربعًا -أي ما يفوق مساحة مدينة نيويورك- ما يعادل أربعة أضعاف تقديرات العلماء السابقة.

فيما يتعلق بالصين والهند، حدث النمو العمراني في أغلبه داخل عدد ضئيل من المدن الكبرى، وفي محيطها، بخلاف ما حدث في حالة الولايات المتحدة الأمريكية، إذ طال التوسُّع العمراني عددًا أكبر بكثير من المدن (من بينها مدينة لاس فيجاس في نيفادا، موضحة بالصورة).

وفضلًا عن ذلك، أشار الباحثون إلى أن معدل التوسُّع العمراني يتجاوز بكثير المعدل العالمي لنمو السكان.

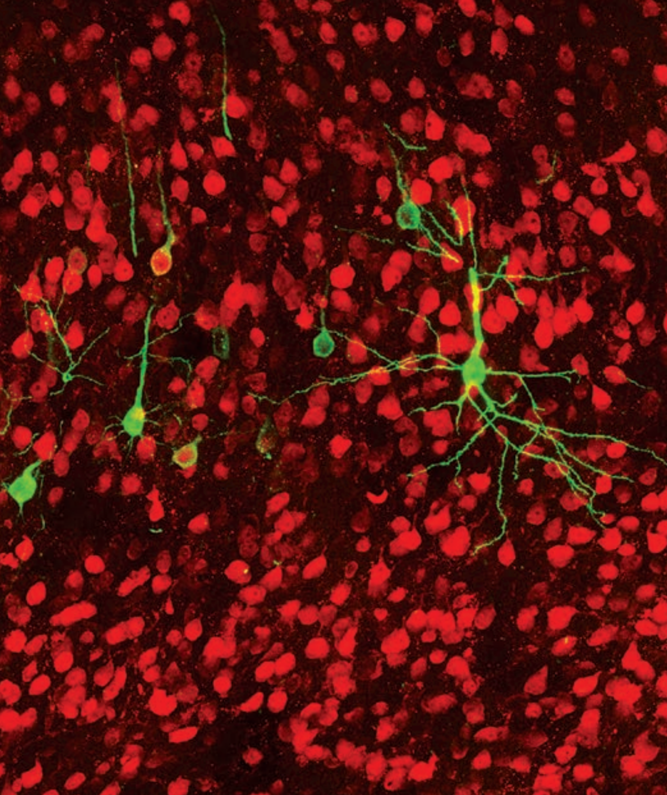
Nature Sustain. http://doi.org/dtvc (2020)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature.com

للاطلاع على آخر الأبحاث المنشورة
في *Nature* قم بزيارة
www.nature.com/latestresearch

مناطق الدماغ المتحكمة في نشاط المعدة



DAVID LEVINTHAL AND PETER STRICK

الخلايا العصبية (باللون الأخضر) في منطقة الفص الجزيري في الدماغ تحفز المعدة على الهضم.

مع ارتفاع معدلات البطالة، يزداد التوتر، الذي يؤدي بدوره إلى ارتفاع أعداد الوفيات الناجمة عن قرح المعدة. وقد تمكّن باحثون مؤخرًا من تحديد مناطق الدماغ المسؤولة عن التحكم في وظائف المعدة، وهو ما قد يفسر كيف يسهم التوتر في تكوُّن القرح، وغيرها من اضطرابات المعدة والأمعاء.

ولتحديد الأعصاب التي تغذي المعدة بإشاراتها، حَقَن ديفيد ليفينتال، وبيتر ستريك -الباحثان بجامعة بتسبرج في ولاية بنسلفانيا الأمريكية – مَعِدَ مجموعةٍ من الفئران بفيروس داء الكلب، الذي يصيب الخلايا العصبية، ويمكنه الانتقال عبر الخلايا العصبية المتصلة من أي عضوٍ في الجسم إلى الدماغ.

ومن خلال تعقب حركة الفيروس، اكتشف الباحثون أنَّ الخلايا العصبية الموجودة في منطقةٍ من الدماغ تُسمَّى الفص الجزيري المنقاري -التي تسهم في تنظيم العاطفة- تحفز المعدة على هضم الطعام (موضَّح بالصورة: الخلايا العصبية الجزيرية باللون الأخضر). أمَّا الخلايا الموجودة في القشرة الحركية الأساسية بالدماغ، التي تصدر الأوامر لتحريك الجسم، فتعمل على تثبيط إنتاج أحماض المعدة، وانقباض القناة الهضمية.

ويرى الباحثون أنَّ الإشارات الدماغية ربما تلعبُ دورًا في تكوُّن القرح، نظرًا إلى أنَّ التغيرات في حموضة المعدة يمكن أن تؤثر على نمو البكتيريا المسببة لها.

Proc. Natl Acad. Sci. USA http://doi.org/dwc3 (2020)

حَبّات بَرَد عملاقة تسجل رقمًا قياسيًّا في الحجم

شهدت الأرجنتين عام 2018 هبوب عاصفةٍ رعدية بدت للعلماء عاديةً في بادئ الأمر، غير أنَّها أسفرت عن انهمار بعضٍ من أكبر حبات البَرَد المسجلة حتى الآن على وسط الأرجنتين.

جابت تلك العواصف الرعدية القوية سماء مدينة فيلا كارلوس باز بمحافظة قرطبة في فبراير 2018. وقد جمع الباحث ماثيو كومجيان -من جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرسيتي بارك- وزملاؤه صورًا فوتوغرافية، ومقاطع فيديو، ورواياتٍ من قاطني المنطقة حول انهمار هذه الحَبّات المذهلة أثناء العواصف.

وتشير تقديرات الفريق إلى أنَّ أكبرها في الحجم بلغ عرضه من 18.8 إلى 23.7 سنتيمتر، وهو ما يحتمل أن يفوق عرض أكبر حبة بَرَد مسجلة حتى الآن، كانت قد سقطت في عام 2010 على ولاية داكوتا الجنوبية في أمريكا، وبلغ عرضها 20 سنتيمترًا. ويذهب العلماء إلى أنَّ أي حبات بَرَد يبلغ عرضها 15 سنتيمترًا -وهو ما يقارب عرض ثمرة شمام كوز العسل- أو أكثر ينبغي تصنيفها باعتبارها حبة بَرَد عملاقة.

جديرٌ بالذكر أنَّه مع تشكُّل العاصفة، لم تُظهر الصور التي التقطها رادار الطقس، ما يوحي بأنَّ العاصفة قد تنتج كرات بَرَدٍ هائلة كهذه. ويعتقد مؤلفو الدراسة أنَّه يجدر بعلماء الأرصاد الجوية أن يتعاونوا عن كثب مع الجمهور، لتوثيق تساقط حبات البَرَد العملاقة، بُغية فهم الظروف المؤدية إلى حدوث هذه الظاهرة.

Bull. Am. Meterol. Soc. http://doi.org/drxk (2020)

JYOTIRMOY MANDAL

الطلاء السميك يضمن لك الانتعاش والبهجة

يمكن لطبقة من الطلاء الداكن أن تعكس أشعة الشمس بنجاح، مادام سُمْكها مناسبًا، وتوجد أسفلها طبقة من الطلاء الأبيض، مما يسمح للسطوح الملونة بأن تكون أكثر برودة. (صورة حرارية موضحة في الرسم؛ المربع الأيسر يُظْهِر طلاءً ملونًا فقط، والمربع الأيمن يُظْهِر الطلاء ذاته وأسفله طبقة بيضاء).

بإمكان الطلاء الأبيض العاكس أن يحفظ المباني باردةً في الصيف، مما يقلل من الطاقة اللازمة لمكيفات الهواء، غير أن الاعتبارات الجمالية لطالما وقفت حائلًا: فاللون الأبيض لا يروق للجميع.

ابتكر كل من نانفانج يو، ويوان يانج وزملائهما من جامعة كولومبيا بمدينة نيويورك نسقًا من طبقتين من الطلاء، إحداهما تروق للنظر، والأخرى تعكس الحرارة. وعندما يقل سُمْك الطبقة الخارجية الملونة عن 100 ميكرومتر، فإن الجزء غير المرئي من أشعة الشمس تحت الحمراء القريبة، الذي يحمل حوالي 50% من حرارة الضوء، يمكن أن ينفذ خلالها، ثم تعكس الطبقة البيضاء السفلية ضوء الأشعة تحت الحمراء القريبة.

من الملاحظ أن الطلاءات الرائجة ذات اللون الأحمر، والأزرق، والأصفر ظلت باردةً عندما كانت تعلو طبقة سفلية بيضاء من ثاني أكسيد التيتانيوم، مقارنةً بالطلاءات التي لم يوجد أسفلها هذه الطبقة. تبين أن الطبقة السفلية المكونة من طلاء مرشوش، التي ابتكرها الباحثون، نجحت في تخفيض درجة حرارة طلاء علوي أسود بمقدار 15.6 درجة مئوية تحت أشعة الشمس الحارقة، مقارنةً بطبقة سوداء، لا توجد أسفلها هذه الطبقة من الطلاء المرشوش.

Sci. Adv. **6**, eaaz5413 (2020)

أضواء علي الأبحاث

L. CALÇADA/ESO

دودةٌ طفيلية قادرة على تخفيف الالتهاب

ليست الطفيليات المعوية جميعها ضارَّة، فبعض المنتجات المستخلصة من ديدان الأمعاء قادر على تخفيف الالتهاب وعلاج الربو، على الأقل لدى الفئران.

ففي دراسةٍ أجرتها جوليا إيسر-فون بيرن -الباحثة بمركز هِلمهولتس في مدينة ميونخ الألمانية- مع زملائها، استحث الباحثون استجابةً تحسُّسية لدى الفئران، ثم عالجوها بمستخلصٍ صُنِعَ عبر طحْن الشكل غير الناضج لدودة *Heligmosomoides polygyrus bakeri*، وهي من الطفيليات الموجودة في أمعاء القوارض، وتُعرف بقدرتها على تثبيط الاستجابات المناعية. وترَتَّب على ذلك تخفيف التهاب القنوات الهوائية لدى القوارض، وكذلك إبطاء نشاط الخلايا المناعية وحركتها في طبق مختبري، بما في ذلك خلايا مأخوذة من أشخاصٍ يعانون من داءٍ التهابي مزمن في الرئة والجيوب الأنفية.

وأرجع الفريق فوائد المستخلَص إلى احتواء جسم الدودة على بروتين «نازع هيدروجين الجلوتامات»، الذي يعمل على خفض مستويات الجزيئات الالتهابية في الجسم، وتحفيز الخلايا لإنتاج مواد كيميائية تكافح الالتهاب. وعند حقن الفئران المصابة بالربو بهذا البروتين، أدَّى ذلك إلى تخفيف الالتهاب في قنواتها الهوائية.

ويذهب الباحثون إلى أنَّ هذه النتائج قد تسهم في تطوير علاجاتٍ جديدة للأمراض الالتهابية.

Sci. Transl. Med. (2020)



مدار نجمٍ يُصدِّق على نسبية أينشتاين

تتبَّع العلماء حركة أحد النجوم حول ثقبٍ أسود على مدى عقود. وعلى أثر ذلك، خرجوا بنتيجةٍ مفادُها أنَّ مدار هذا النجم يتوافق مع أحد أهم تنبؤات نظرية النسبية العامة، التي وضعها ألبرت أينشتاين.

فعلى مدار 27 عامًا، اعتمد الباحث راينهارد جينزل -من معهد ماكس بلانك للفيزياء الفضائية، الواقع في مدينة جارشنج الألمانية- برفقة زملائه على مُعدات المرصد الأوروبي الجنوبي، التي شهِدت تقدُّمًا متسارعًا في دقة الرصد على مرِّ الأعوام، كي يتتبعوا نجمًا يُعرف باسم «إس2» S2، الذي يدور حول الثقب الأسود المركزي بمجرّة درب التبانة، وتستغرق دورته 16 عامًا. وقد اكتشفوا أن المسار بالغ الاستطالة الذي يسلكه هذا النجم لا يتَّخذ الشكل الإهليلجيَّ نفسه في كل دورة، خلافًا لما أورده قانون الجاذبية الذي وضعه نيوتن.

وعوضًا عن ذلك، يمرُّ المسار بانزياحٍ تدريجيّ، أو حركةٍ بدارية، راسمًا شكل «زهرة» في الفضاء (كما يتضح في الصورة). كما خلص الباحثون إلى استبعاد تعدُّد الكُتل الضخمة -كالثقوب السوداء الكبيرة- في مركز المجرة.

كان الفريق قد أوضح في دراساتٍ سابقة أن ضوء النجمِ يميل إلى الاحمرار كُلما توغَّل في مجال جاذبية الثقب الأسود، ويميل إلى الزرقة حين ينزاح بعيدًا عن هذا المجال. تنطبق هذه النتائج على إحدى الظواهر المهمة التي تنبأت بها نظرية النسبية العامة، فيما يُعرف بظاهرة «الانزياح الأحمر» بفعل الجاذبية.

Astron. Astrophys. (2020)

القوة المذهلة للفضول البشري

قد يبلغ الفضول البشري -حتى فيما يخص أمورًا تافهة- قدرًا من القوة يدفع البشر لأنْ يكونوا على استعداد لتحمُّل مخاطرة التعرض لصدمات كهربائية مزعجة، فقط في سبيل إشباع حب الاستطلاع لديهم.

طلب جوني كينج لاو، وكو موراياما، الباحثان بجامعة ريدنج في المملكة المتحدة، وزملاؤهما، من متطوعين مشاهدة مقاطع فيديو لحيلٍ سحرية. وبعد ذلك، عُرِضت على المتطوعين فرصة التعرف على كيفية أداء تلك الحيل. وقبل إطلاعهم على هذا السر، وُضعت أمامهم عجلة دوّارة، تطرح عليهم احتمالين: احتمال معرفة سر تلك الحيل، في مقابل احتمال تلقّيهم صدمةً كهربائية، وكان على المتطوعين بعد ذلك أن يقرروا ما إذا كان الأمر يستحق المقامرة لإشباع فضولهم.

وجد الباحثون أنه حتى عندما وصلت احتمالية التعرُّض لصدمة كهربائية إلى 50% أو أكثر، لم يمنع هذا بعض المتطوعين من الإقدام على المخاطرة. وأظهرت صور المسح الدماغي الذي أُجري على المتطوعين، أن التطلُّع إلى إشباع الفضول قد نَشّط مساراتٍ عصبية مشابهة للمسارات التي تَنْشط عند التطلُّع إلى مكافأة ما؛ وهو الأمر الذي يرى الباحثون أنه قد يمثل تفسيرًا جزئيًّا لتأثير الفضول على عملية صنع القرار.

Nature Hum. Behav. http://doi.org/dqxv (2020)



GETTY

ALAMY

حجر كريم يخدع العين البشرية بألوانه

يتميز حجر الألكسندريت الكريم بقدرته الاستثنائية على تغيير لونه عند تغيُّر الإضاءة. واكتشف العلماء مؤخرًا أنَّ هذه الخاصية المدهشة ما هي إلا خدعة بصرية، تعتمد على الطريقة التي يدرك بها البشر الألوان.

تظهر أحجار الألكسندريت بلون الزُمرد الأخضر البراق في ضوء النهار، بينما تتحول إلى لون الياقوت الأحمر القاني تحت ضوء الشموع. ومن خلال قياس أشعة الضوء التي تبثها تلك الأحجار، اكتشف الباحث ديفيد دنستان -من جامعة الملكة ماري في لندن- وزملاؤه أنَّ ذرات الكروم الموجودة في حجر الألكسندريت تمتص الضوءين الأصفر، والأزرق كليهما، تاركةً كلًّا من الأخضر والأحمر للوصول إلى عين الرائي. وهو اكتشافٌ يساعد على تفسير درجات اللون الأخضر (موضحة في الصورة) التي تميز الحجر عندما يتعرض لضوء أشعة الشمس، التي تغلب عليها الأطوال الموجية الخضراء.

وعلى النقيض من ذلك، يحتوي ضوء الشموع على قدرٍ أكبر بكثير من الضوء الأحمر، مقارنةً بأي لونٍ آخر. وقد لاحظ الفريق أنَّه عند تعريض حجر الألكسندريت لضوء الشموع، فإنَّه يبعث ضوءًا يغلب عليه اللون الأحمر أكثر مما يحدث في حالة الضوء المنعكس عن الأجسام الأخرى زاهية الألوان، كالفاكهة، على سبيل المثال.

وبينما يتميز نظام الإبصار البشري في معظم الحالات بقدرته على تصحيح الاصطباغ اللوني الناتج عن مصدر الضوء، إلا أنَّ حجر الألكسندريت يلغي هذه الميزة، من خلال الامتصاص الكامل والدقيق للضوءين الأصفر، والأزرق، وتَرْك الأحمر، والأخضر.

Sci. Rep. **10**, 6130 (2020)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التطوّر يفسّر ميزة ولادة التوائم



لعل التوائم غير المتماثلة هي الناتج الثانوي لـ"وثيقة تأمين" تطورية تُمنح للنساء مع تقدمهن في العمر.

GETTY

ينتج مبيضا المرأة عادةً بويضة واحدة مع كل دورة تبويض، لكنهما يطلقان بويضتين أحيانًا ما قد يؤدي إلى ميلاد التوائم غير المتماثلة. وتزداد حظوظ النساء في ولادة توائم غير متماثلة مع تقدمهن في العمر، لتبلغ ذروتها في فترة الثلاثينات، ثم تنخفض.

سعيًا وراء تفسير هذا النمط، افترض ويد هيزيل من جامعة ديبوو في جرين كاسل، بولاية إنديانا، وجوزيف تومكنز من جامعة أستراليا الغربية في بيرث، وزملاؤهما، أنه مع تقدّم النساء في العمر تزداد احتمالية إطلاق مبايضهن بويضتين في دورة واحدة. وتقيهنّ هذه الاستراتيجية التطورية من خطر فقدان الجنين قبل الولادة، الذي يشيع لدى النساء الأكبر سنًا.

وللتحقق من صحة هذا الافتراض، صمّم الباحثون نموذجًا يحسب معدَّل تكرار ميلاد التوائم غير المتماثلة، ثم قارنوا توقعاته بالمعدل الفعلي لميلاد التوائم في تسعة شعوب، فوجدوا أن النموذج توصَّل إلى أدق تفسير لمعدل ميلاد التوائم لدى نساء من مختلف الأعمار عندما تضمّن معدل تبويض مزدوج يرتفع مع التقدم في العمر، ومعدلًا لنجاة الجنين ينخفض مع التقدم في العمر.

وعلى الرغم من أن التبويض المزدوج يعدّ وثيقة تأمين تناسلية، فإنه في بعض الأحيان ينجو كلا الجنينين ويُولد طفلان توأمان.

Nature Ecol. Evol. http://doi.org/dvss (2020)

خلايا حسِّية تحرُس مجرى الهواء التنفسي

تتولى مستقبِلات حسية في القناة الهضمية والقلب تزويد الدماغ بالمعلومات التي تساعده على التحكم في عدة وظائف مهمة، مثل استهلاك الطعام، وسرعة ضربات القلب. وقد تمكَّن الباحثون مؤخرًا من تحديد مجموعة من الخلايا العصبية الحسّية داخل الحلق، هي المسؤولة عن تحفيز الاستجابات الوقائية عند تدفق الماء أو السوائل الحمضية عبر المجرى غير المخصص لها.

أجرى ستيفن ليبرلز وزملاؤه -من كلية طب هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس- تجارب على الفئران، استعانوا خلالها بالضوء؛ للتحكم في وظيفة الخلايا العصبية الحسية الموجودة في الحنجرة، التي تساعد على نقل الهواء إلى الرئتين. عَيَّن الباحثون مجموعة صغيرة من الخلايا العصبية التي تحفِّز -حالَ كونها نشطة- استجاباتٍ تحمي المسالك الهوائية. ومن هذه الاستجابات: كثرة البلع، وإغلاق الأحبال الصوتية، وحَبْس النَّفَس، واستجابة عكسية تشبه السعال.

وقد تبيَّن أن عدد هذه الخلايا العصبية الحارسة لم يزد على 100 خلية في الفأر الواحد، أو نحو ذلك. أما الفئران التي افتقرت إلى هذه الخلايا، فلم تُبْدِ أي استجابة وقائية تقريبًا عند دخول الماء أو الأحماض إلى المجرى الهوائي.

يَعتقِد فريق الباحثين أن فهْم آليَّة عمل الخلايا العصبية الحسِّية الموجودة في المجرى الهوائي من شأنه أن يساعد العلماء على تطوير علاجات أفضل لِمَن يعانون من بعض الحالات المَرضية، ومنها -على سبيل المثال- السعال المزمن.

Cell http://doi.org/drff (2020)



GETTY

براكين سامة أفضت بكوكبنا إلى «الموت العظيم»

تَسبَّب الزئبق الذي قذفت به الانفجارات البركانية في تسميم كوكبنا قبل 252 مليون سنة، فيما عُرف بحادثة «الموت العظيم»، التي يُشار بها إلى أكبر حادثة انقراض في تاريخ الكوكب.

تحتوي الصخور التي تكونت بفعل هذه الحادثة، وتنتشر حول العالم، على نِسَبٍ عالية من الزئبق؛ وهو ما عزاه الباحثون إلى براكين سيبيريا، التي تدفقت منها كمياتٌ هائلة من الحمم البركانية خلال حادثة الانقراض المذكورة.

وقد سعى الباحث ستيفن جراسبي -من هيئة المساحة الجيولوجية الكندية في كالجري- وزملاؤه إلى فهم تأثير هذا الزئبق على كوكبنا في الماضي، فصمَّم الفريق نموذجًا لقياس كمية الزئبق التي تفجَّرت من البراكين إبَّان ذروة نشاطها، التي دامت 300 ألف عام، وما آل إليه مصير هذا الزئبق.

وحسب النماذج التي وضعها الباحثون، فقد جَرَف الهواء هذا الزئبق إلى أنْ تَساقَط في المحيطات، أو استقرَّ على اليابسة، قبل أن ينجرف -في النهاية- إلى البحار. وقدَّر الباحثون أنَّ مستويات أحد أشكال الزئبق في ذلك الوقت ربما تكون قد تجاوزت المستويات القياسية -على اليابسة، وفي البحار، على حدٍّ سواء- بأكثر من 450 مرة. وإذا صحَّ هذا التقدير، فمعنى ذلك أنَّ الحيوانات في جميع بيئات الكوكب قد تعرضت لهذا العنصر السام.

وقد يساعد هذا الارتفاع الحاد في معدلات الزئبق على تفسير الطبيعة العالمية للانقراض المذكور، الذي أسفر عن هلاك أكثر من 90% من الأنواع البحرية، و70% من الأنواع التي عاشت على اليابسة.

Geology http://doi.org/dw2z (2020)

موجز الأخبار

علماء يفضلون المؤتمرات الافتراضية

قال أكثر من 80% من المجيبين على استطلاع رأي لقراء *Nature* إنهم يفضلون استمرار إقامة بعض المؤتمرات العلمية افتراضيًّا عبر الإنترنت، حتى بعد انتهاء جائحة كورونا. فمن الجدير بالذكر أنه أُذيعت مؤتمرات كثيرة عبر الإنترنت منذ شهر مارس، بسبب التفشي العالمي لمرض «كوفيد-19»، ومنها مؤتمرات بارزة تجذب -في المعتاد- آلاف الحاضرين.

وقال أكثر من 40% ممن شملهم الاستطلاع، البالغ عددهم 500 شخص تقريبًا، إنهم حضروا اجتماعًا عبر الإنترنت (انظر الشكل: الواقع الافتراضي).

وأثنى القراء على بعض جوانب المؤتمرات الافتراضية، منها -على وجه التحديد- تَيَسُّر الوصول إليها، وانخفاض تكلفتها، وتجنُّب عناء السفر إلى مقر انعقادها. يقول توم براون، الذي يدرس نمذجة نظم الطاقة بمعهد كارلسروه للتكنولوجيا في ألمانيا: "أعرف زملاء ميزانياتهم محدودة، من بقاع مختلفة حول العالم، صار بمقدورهم فجأة حضور المزيد من المؤتمرات". كما وجد بعض المجيبين على الاستطلاع أن أساليب عرض البيانات تكون أوضح في المؤتمرات المذاعة عبر الإنترنت، وأن بإمكانهم إعادة مشاهدة المحادثات المسجَّلة، وشعروا أن تعبيرهم عن آرائهم باستخدام أدوات رقمية أثناء حضور المؤتمرات الافتراضية كان أيسر منه أثناء حضورهم في قاعات المؤتمرات.

وكان من بين الجوانب السلبية للمؤتمرات الافتراضية، التكنولوجيا غير العملية، ومشكلات التواصل، لا سيما ندرة اللقاءات العرضية والتفاعل البشري، وإنشاء علاقات اجتماعية، لكن كثيرين من المـُستطلَعين رأوا أن المؤتمرات الافتراضية ستتحسن مع الوقت، وأن الخبرة الرقمية يمكن أن تجعل المؤتمرات التي تقام في ظل الحضور الفعلي للمشاركين أفضل، على سبيل المثال، عبر تحسين التقنيات التي تسمح للحاضرين بتبادل البيانات، والمعارف، والآراء أثناء عرض المؤتمرات.

وأيّد البعض نموذجًا هجينًا؛ تقام فيه المؤتمرات وجهًا لوجه مع زيادة العناصر الافتراضية بها. يقول بول ديستيفانو، عالِم الفيزياء في جامعة ولاية بورتلاند في أوريجون: "من أفضل الجوانب في المؤتمرات: اللقاءات غير الرسمية، والطابع المحلي الذي تتخذه، وإمكانية توفير المزيد من الوقت للتحدث مع المحاضرين بعد الجلسات، وقد فُقِدَ كل ذلك تمامًا. وقد يستعيد النظام الهجين بعضًا من هذه المميزات".

الواقع الافتراضي

في استطلاع للرأي أجرته دورية *Nature* عبر الإنترنت، قال أكثر من 40% من المجيبين على الاستطلاع إنهم حضروا مؤتمرًا علميًّا أذيع عبر الإنترنت بسبب جائحة فيروس كورونا. وذكر حوالي 80% من المستطلَعين أنه لا بد من الاستمرار في إقامة المؤتمرات بصورة افتراضية، حتى بعد انتهاء الجائحة.

هل حضرت مؤتمرًا أُقيم افتراضيًّا بسبب الجائحة؟ (499 شخصًا جرى استطلاع آرائهم)

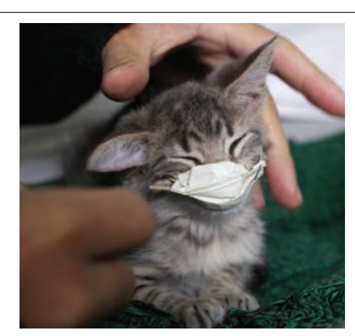


نعم **41%** | لا، ولكنني أخطط لذلك **27%** | لا **32%**

هل تعتقد أن هناك مؤتمرات لا بد أن تظل تقام بصورة افتراضية بعد انتهاء الجائحة؟ (486 شخصًا جرى استطلاع آرائهم)

نعم **81%** | لا **19%**

استطلاع رأي أجرته دورية *Nature* عبر الإنترنت في الفترة من 20 إبريل، حتى 4 مايو من عام 2020.



CAROL SMILJAN/NURPHOTO/GETTY

هل تنشر الحيوانات فيروس كورونا؟

بعد فترةٍ وجيزةٍ من بدء انتشار فيروس كورونا الجديد حول العالم، أفادت تقارير بظهور حالات إصابة به بين الحيوانات؛ إذ أُصيبت به قططٌ منزلية في هونج كونج، ونمورٌ في إحدى حدائق الحيوان بمدينة نيويورك، فضلًا عن حيوان المِنك في عددٍ من المزارع الهولندية. ويحاول الباحثون حاليًّا أن يحدِّدوا -على وجه السرعة- أي الأنواع يمكن أن تُصاب بالفيروس، وما إذا كان من المحتمل أن تنقله إلى البشر، أم لا.

ولم يُعلَن إلى الآن سوى عن حالتين، انتقل فيهما فيروس «سارس-كوف-2» من الحيوان إلى الإنسان، عن طريق حيوان المِنك في كلتيهما. من هنا، يرى الباحثون أن فرص التقاط الإنسان للعدوى من حيوان مُصاب تكاد لا تُذكَر.

وعندما تتراجع أعداد الإصابات بين البشر، فمِن الوارد أن تتسبب الحيوانات المصابة في ظهور نوبات تفشٍ جديدة. ويناشد العلماء بجمع عينات بصورة مكثفة من الحيوانات المنزلية، والماشية، والحيوانات البرية؛ من أجل الوصول إلى فهم أفضل لمدى احتمالية حدوث ذلك.

وتقول جوان سانتيني -المتخصصة في علم الأحياء الدقيقة في جامعة كوليدج لندن- إن الفيروس ربما يكون آخذًا في الانتشار بين بعض الحيوانات، دون أن نكتشف ذلك، أو نعلم عنه شيئًا.

ويخشى عدد من العلماء أن ينتهي الحال بانتقال الفيروس من الحيوانات إلى البشر، والعكس. يقول أرجان ستيجمان -اختصاصي علم الأوبئة البيطرية بجامعة أوترخت في هولندا- إن هذا من شأنه أن يثبط الجهود المبذولة للسيطرة على الجائحة. ويضيف قائلًا: "علينا أن نتحرك من الآن؛ للحيلولة دون حدوث ذلك".



PHILIPPE CLEMENT/ARTERRA/UNIVERSAL IMAGES GROUP/GETTY

تحديثات كبرى لأداة تأريخ العينات الأثرية الأبرز

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature.com

للاطلاع على آخر الأخبار من *Nature* قم بزيارة www.nature.com/news



من المقرر إعادة ضبط معايرة تقنية التأريخ بالكربون المشع؛ الأداة الرئيسة لمعرفة عمر العينات من عصور ما قبل التاريخ، باستخدام مجموعة كبيرة من البيانات الجديدة، جُمِعَت من شتى أنحاء العالم، وذلك ضمن مشروع يضم آلاف المعلومات المستقاة من حلقات جذوع الأشجار، ورواسب البحيرات والمحيطات، والشعاب المرجانية، وصواعد الكهوف، إضافة إلى سمات أخرى. وهو ما يعني أنه يمكن استخدام التقنية لتأريخ عينات يعود تاريخها إلى ما قبل 55 ألف عام؛ أي أقدم بخمسة آلاف عام من آخر تحديث لمعايرة التقنية، أُجري في عام 2013.

وإزاء ذلك.. يشعر علماء الآثار بحماس شديد. فعلى سبيل المثال، غرَّد نيكولاس ساتون -عالِم الآثار في جامعة أوتاجو بمدينة دَنيدِن في نيوزيلاندا- عبر «تويتر» قائلًا: "يبدو أني أمضيت في الحظر فترة طويلة جدًّا، لكنني متحمس للغاية حيال الأمر!"

يستند التأريخ بالكربون المشع إلى أن جميع الكائنات الحية تمتص الكربون من الغلاف الجوي ومصادر الغذاء المحيطة بها. ومن بين ما تمتصه كمية محددة من الكربون -14 المشع، الموجود طبيعيًّا. وعندما يموت النبات أو الحيوان، يتوقف عن امتصاص الكربون، ويستمر الكربون المشع المتراكم داخله في التحلل. ويتولد عن قياس الكمية المتبقية منه تقدير للمدة الزمنية التي مرت على موت هذا الكائن.

تفترض هذه العملية الحسابية الأساسية أن كمية الكربون -14 في البيئة ظلت ثابتة باختلاف الوقت والمكان، وهذا ليس صحيحًا. ففي العقود الأخيرة، غيَّر حرْق الوقود الأحفوري واختبارات القنابل النووية كمية الكربون -14 الموجودة في الهواء تغييرًا جذريًّا، كما تذبذبت كميته أيضًا لأسباب غير بشرية قبل ذلك بكثير.

ونتيجة لذلك.. أنشأ الباحثون جداول تحويل تُطَابِق تواريخ التقويم مع التواريخ التي يدل عليها قياس نسبة الكربون المشع لأزمنة ومناطق مختلفة. وأخذ العلماء في إصدار منحنيات جديدة لعينات نصف الكرة الشمالي (في نموذج يسمى IntCal20)، وعينات نصف الكرة الجنوبي (في نموذج يسمى SHCal20)، والعينات البحرية (في نموذج يسمى MarineCal20). وستُنشَر هذه المنحنيات في دورية «راديوكاربون» *Radiocarbon* خلال الأشهر المقبلة.

ويقول توم هيجهام -مؤرخ الآثار، ومدير وحدة مسرِّع الكربون المشع بجامعة أوكسفورد في المملكة المتحدة- إن عملية إعادة ضبط المعايرة هذه ضرورية لفهم التسلسل الزمني لأشباه البشر الذين كانوا يعيشون قبل 40 ألف عام، إلى جانب أمور أخرى.

الجائحة تتسبب في تأجيل مؤتمر رئيسي للمناخ

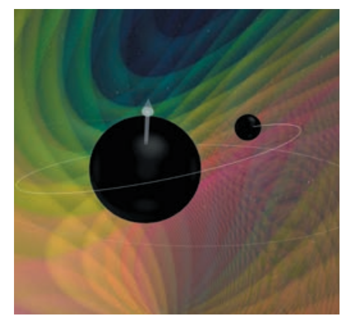
بسبب أزمة فيروس «سارس-كوف-2» الحالية، أعلن مسؤولون من الأمم المتحدة -في الأول من شهر إبريل الماضي- تأجيل محادثات المناخ الدولية التي كان من المقرر انعقادها في نوفمبر المقبل في جلاسجو بالمملكة المتحدة، لتنعقد بدلًا من ذلك في عام 2021.

ومؤتمر المناخ المسمى «COP26»؛ اختصارًا للمؤتمر السنوي السادس والعشرين لأطراف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، كان سيشكل أهم المحادثات التي جرى عَقْدها منذ توقيع اتفاق باريس للمناخ في عام 2015. ومن الجدير بالذكر أنّ دول العالم فشلت حتى الآن في الوفاء بالتزاماتها الدولية بخفض انبعاثات الكربون إلى الحد اللازم لمنع ارتفاع درجات الحرارة إلى أكثر مما بين 1.5 إلى درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية؛ وهو الهدف المنصوص عليه في اتفاق المناخ. وكان من المتوقع أن تجدد الدول التزاماتها، وتتخذ إجراءات أكثر صرامة تجاه الوفاء بها في مؤتمر جلاسجو.

وقد وصفت باتريشيا إسبينوزا -التي تشغل منصب الأمين التنفيذي المعنيّ بالتغير المناخي في الأمم المتحدة- جائحة «كوفيد-19» بأنها الخطر الأشد ضراوةً الذي تواجهه البشرية حاليًّا، لكنها شددت على أن التغيُّر المناخي سيظل الخطر الأكبر على المدى الطويل.

وأضافت أنه عندما ينحسر تهديد فيروس كورونا الجديد، لا بد أن تبحث الدول عن سبل لدعم جهود مواجهة تغيُّر المناخ الخاصة بها. وعن ذلك تقول إسبينوزا: "هذه فرصة لتشكيل اقتصاد القرن الواحد والعشرين بسبل نظيفة، وصديقة للبيئة، وصحية، أي ببساطةٍ بسبل آمنة، وأكثر مرونة".

وقد جاء الإعلان عقب قرار لتأجيل اجتماع تحضيري للمؤتمر، كان من المقرر عقده في شهر يونيو في بون في ألمانيا، ليصبح موعد الاجتماع في شهر أكتوبر المقبل.



N. FISCHER, H. PFEIFFER, A. BUONANNO (MAX PLANCK INSTITUTE FOR GRAVITATIONAL PHYSICS), SIMULATING EXTREME SPACETIMES (SXS) COLLABORATION

تصادمٌ نادر بين ثقبين أسودين مختلفي الكتلة

رصد علماء الفلك المتخصصون في موجات الجاذبية -لأول مرة- تصادمًا بين ثقبين أسودين مختلفين عن بعضهما في الكتلة بقدرٍ كبير، وهو ما يفتح آفاقًا جديدة في مجال الفيزياء الفلكية وفيزياء الجاذبية، إذ يوفر هذا الحدث أول دليلٍ واضح من هذه التموجات المبهمة في منظومة الزمان والمكان على أنَّ أحد الثقبين كان يدور قبل الاندماج، وهو ما يتيح للفلكيين فرصةً نادرة لفهم المزيد عن هذه الخاصية الجوهرية.

وعن ذلك الحدث قالت مايا فيشباك، عالمة الفيزياء الفلكية بجامعة شيكاغو في ولاية إلينوي الأمريكية، التي أزاحت الستار عن الإشارة المرصودة للحدث في اجتماعٍ إلكتروني للجمعية الفيزيائية الأمريكية في الثامن عشر من إبريل: "إنَّه حدثٌ استثنائي". وقد رصده خلال العام الماضي مرصد قياس تداخل موجات الجاذبية بالليزر (LIGO)، الواقع في الولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى مرصد «فيرجو»، الواقع بالقرب من مدينة بيزا في إيطاليا.

وجديرٌ بالذكر أنَّ شبكة الرصد هذه قد تمكنت في الماضي من رصد عمليات اندماج بين ثقوبٍ سوداء ذات كتلٍ متساوية تقريبًا، لكنَّ الفيزيائيين كانوا يترقَّبون بفارغ الصبر رصد أحداثٍ تندمج فيها ثقوبٌ سوداء مختلفة الكتلة، لأنَّ مثل تلك عمليات الاندماج توفر سبلًا أكثر دقة لاختبار نظرية النسبية العامة. وفي هذا الاندماج الأخير، بلغت كتلة أحد الثقبين حوالي ثماني كتل شمسية، بينما بلغت كتلة الآخر 31 كتلة شمسية تقريبًا. وهذا الاختلاف بين الكتلتين جعل الثقب الأكبر يشوه الفضاء المحيط به، وهو ما أدّى إلى انحراف مسار الثقب الآخر عن المسار الحلزوني المثالي. ويُمكن ملاحظة ذلك في الإشارة الموجية الناتجة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبار في دائرة الضوء


JUAN IGNACIO RONCORONI/EPA-EFE/SHUTTERSTOCK

تجارب على البشر والحيوانات، من أجل اختبار اللقاحات المضادة لفيروس كورونا.

الغموض يكتنف النتائج الأولية لتجارب لقاحات كورونا

العلماء ينصحون بالتعامل الحذِر مع بشائر النجاح القادمة من الدراسات الأوليّة المُجراة على البشر والحيوانات.

إيوين كالاواي

في الوقت الذي تتقدم فيه عملية تطوير لقاحات فيروس كورونا بخطى واسعة، يُطالِع العلماء -للمرة الأولى- البيانات المتصلة بتلك اللقاحات المختلفة، التي تتضمَّن بعض الإشارات إلى احتمالات نجاح كلٍّ منها. والحقُّ أن الصورة لا تزال غائمة. ففي الثامن عشر من مايو الماضي، كشفت شركة التكنولوجيا الحيوية الأمريكية «موديرنا» Moderna عن البيانات الأولية لإحدى التجارب التي أجريت على البشر، إذ حفّز اللقاح الذي تنتجه الشركة للوقاية من مرض «كوفيد-19» COVID-19 حدوث استجابة مناعية لدى الأشخاص الذين خضعوا للتجربة المذكورة، كما حالَ دون إصابة الفئران بالتهابات الرئة الناتجة عن الإصابة بفيروس كورونا «سارس-كوف-2» SARA-COV-2. وقد أعلنت الشركة –التي تتخذ من كامبريدج، في ولاية ماساتشوستس، مقرًا لها– النتائج في بيان صحفي، وجرى تفسيرها على نطاق واسع بأنها نتائج إيجابية، صاحَبها ارتفاع كبير في أسعار أسهم الشركة، إلا أنَّ بعض العلماء يقولون إنهم ليست لديهم التفاصيل اللازمة لتقييم هذه المزاعم بشكل صحيح؛ حيث إن البيانات لم تُنشر بعد.

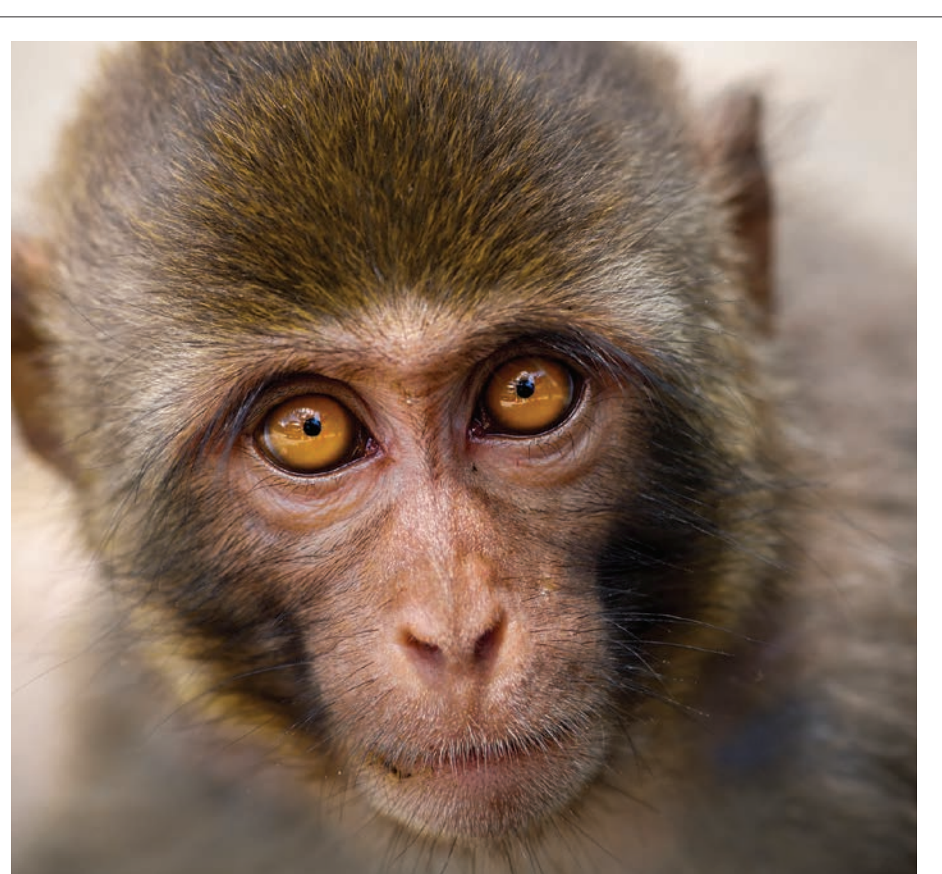
وتُظهر الاختبارات التي أُجريت على لقاحات أخرى، جرى تسريع العمل على تطويرها، أنها منعت حدوث التهابات رئوية بالقردة التي تعرضت لفيروس «سارس-كوف-2»، وإنْ كانت لم تمنع حدوث التهابات في أجزاء أخرى من أجسامها. أحد هذه اللقاحات –لقاح قيد التطوير في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، وهو في طور التجريب على البشر أيضًا– وفّر حماية لستة قردة من الإصابة بالالتهاب الرئوي، ولكن أنوف هذه الحيوانات كانت تؤوي كميات من الفيروس تعادل تلك الموجودة لدى القردة غير المُلقّحة، حسبما أفاد باحثون في الأسبوع الأخير من شهر مايو، في المسوَّدة البحثية المنشورة

على موقع «بايو أركايف» bioRxiv[1]. وأطلقت مجموعة بحثية صينية تحذيراتٍ مشابهةً بشأن الاختبارات المبكرة على لقاحها التي أُجريت على الحيوانات خلال الشهر نفسه[2].

وعلى الرغم من الغموض الذي يكتنف هذه التجارب، تمضي الفرق الثلاثة قُدمًا في التجارب الإكلينيكية. وتهدف هذه الدراسات المبكرة التي تُجرى على البشر إلى اختبار أمان اللقاحات بالدرجة الأولى. وأما التجارب الإكلينيكية الأكبر، التي صُممت بغرض تحديد ما إذا كانت اللقاحات قادرة بالفعل على حماية البشر من مرض «كوفيد–19»، أم لا، فقد تُعلَن نتائجها في غضون الأشهر القليلة المقبلة.

ومع ذلك.. فإن البيانات المبكرة، التي أتيحت حتى الآن، تُعطي -في مُجملها- تصوُّرًا عن كيفية تحفيز لقاحات فيروس كورونا للاستجابة المناعية القوية. ويقول العلماء إن بيانات التجارب التي أجريت على الحيوانات سوف تكون ضرورية لفهم طريقة عمل تلك اللقاحات، بحيث يتسنَّى تحديد اللقاحات الواعدة على وجه السرعة، ومن ثم العمل على تحسين أدائها.

وفي هذا الصدد، يقول ديف أوكونُر، اختصاصي الفيروسات في جامعة ويسكونسن–ماديسون، الواقعة في مدينة ماديسون الأمريكية: "قد تتوفر لدينا في العيادات لقاحات ذات فاعلية على البشر في غضون 12 إلى 18 شهرًا، ولكننا سوف نحتاج إلى إجراء تحسينات عليها؛ لنتمكن من تطوير جيل ثان وثالث من اللقاحات".



MAGNUS LUNDGREN/WILD WONDERS OF CHINA/NATURE PICTURE LIBRARY

تخضع قردة المكاك الريسوسي لاختبارات اللقاحات.

استجابة مناعية

أما عن لقاح شركة «موديرنا»، الذي يجري تطويره بالتعاون مع المعهد الوطني الأمريكي للحساسية والأمراض المعدية (NIAID) في بيثيسدا بولاية ميريلاند، فقد بدأت الشركة -في شهر مارس الماضي- في إخضاعه لتجارب الأمان على البشر. يتكون اللقاح من معلومات الحمض النووي الريبي المرسال (mRNA) الخاصة ببناء البروتين المكوِّن لأشواك فيروس كورونا، ويعمل على تحفيز الخلايا البشرية لإنتاج هذا البروتين الدخيل بكثافة، مما ينبّه الجهاز المناعي. وبالرغم من سهولة تطوير مثل هذه اللقاحات القائمة على الحمض النووي الريبي، لم يحصل أيٌّ منها على ترخيصٍ بالتداول.

وفي بيانها الصحفي، أعلنت الشركة أن 45 مشاركًا في الدراسة، ممن تلقَّوا جرعةً واحدةً من اللقاح أو جرعتين، ظهرَتْ عليهم استجابة مناعية قوية للفيروس. وبقياس نسبة الأجسام المضادة التي تتعرّف على الفيروس في 25 شخصًا من المشاركين، تبيَّن للباحثين أنَّ هذه النسبة مقاربة لتلك الموجودة في دم الأشخاص المتعافين من مرض «كوفيد-19»، إن لم تكُن أعلى.

وقال تال زاكس، رئيس الخدمات الطبية في شركة «موديرنا»، في عرضٍ تقديمي موجَّه للمستثمرين، إن هذه المستويات من الأجسام المضادة تبشِّر بنتائج طيبة فيما يتعلق بقدرة اللقاح على منع العدوى، مضيفًا: "إذا أمكن الوصول بمستويات الأجسام المضادة إلى المستوى نفسه لدى المتعافين، فسوف تكون هذه نتيجةً مُرضية".

هذا.. ولم يتضح -على الإطلاق- ما إذا كانت هذه الاستجابات كافية لحماية الأشخاص من الإصابة بالعدوى، أم لا، بالنظر إلى أنَّ الشركة لم تنشر بياناتها بعد، حسب قول بيتر هوتز، عالِم اللقاحات في كلية بايلور للطب في هيوستن بولاية تكساس، الذي يقول: "لست مقتنعًا بكون هذه النتائج إيجابية حقًّا". ويستشهد هوتز بدراسة[3] منشورة على خادم المسوَّدات البحثية «بايو أركايف»، بتاريخ الخامس عشر من مايو، تفيد بأن معظم الأشخاص الذين تعافوا من مرض «كوفيد-19» دون حاجة إلى إدخالهم إلى المستشفيات، لا تنتج أجسامهم مستويات مرتفعة مما يُعرف بـ«الأجسام المضادة المعادِلة»، التي تمنع الفيروس من إصابة الخلايا بالعدوى. وقد قاست شركة «موديرنا» نسبة هذه الأجسام المضادة القوية في ثمانيةٍ من المشاركين في التجربة، ووجدت أن مستوياتها تماثِل تلك الموجودة لدى المتعافين.

وبالمثل، تُساوِر الشكوك هوتز بشأن النتائج الأولية التي خرج بها فريق جامعة أكسفورد، التي كشفت عن أن القردة لم تنتِج سوى مستويات متواضعة من الأجسام المضادة المُعادِلة بعد تلقي جرعة واحدة من اللقاح (وهو النظام العلاجي نفسه الذي يخضع للاختبار في التجارب البشرية). ويقول هوتز: "يَلزم أن تكون هذه المستويات -على ما يبدو- أعلى من ذلك بكثير، حتى توفر الحماية اللازمة". يُذكَر أنَّ هذا اللقاح يُصنع من فيروس مُعدَّل وراثيًّا، يصيب قرود الشمبانزي، بهدف إنتاج بروتين فيروس كورونا.

ويرى هوتز أن اللقاح الذي طوَّرته شركة التكنولوجيا الحيوية «سينوفاك» Sinovac -التي يقع مقرُّها في بكين- قد أطلق -فيما يبدو- استجابة مناعيةً أقوى لدى قرود المكاك، بعدما تلقَّت ثلاث جرعات منه، حسبما وَرَدَ في ورقة علمية[2] نُشرت في مجلة «ساينس» *Science* في الخامس من مايو؛ علمًا بأن هذا اللقاح يُصنع من جسيمات فيروس «سارس-كوف-2» مثبطة كيميائيًّا.

والحقُّ أن أحدًا لا يَعرف على وجه الدقة -حتى هذه اللحظة- طبيعة الاستجابة المناعية التي من شأنها وقاية البشر من الإصابة بمرض «كوفيد-19». وعليه، فلا يبعُد أنْ تكون مستويات الأجسام المضادة المُعادِلة التي يستحثُّها لقاح فريق أكسفورد في القردة كافية لحماية الأشخاص من العدوى، على حدِّ قول مايكل دياموند، اختصاصي المناعة الفيروسية في جامعة واشنطن في مدينة سانت لويس بولاية ميزوري، وعضو المجلس الاستشاري العلمي في شركة «موديرنا». ويرى أنه حتى إذا لم تكن هذه المستويات من الأجسام المضادة كافية، فلربما يكون في الإمكان تعزيزها بجرعةٍ ثانية، لكنَّه يستدرك قائلًا: "السؤال الذي لم نجد له إجابةً حتى الآن هو: إلى متى ستدوم هذه الأجسام المضادة؟".

وثمة أسئلة أخرى تحوم حول تلك التجارب، التي خرجت بنتائج مفادُها أنَّ اللقاحات قادرة على حماية الحيوانات من الإصابة بالعدوى. فشركة «موديرنا» -على سبيل المثال- تقول إن لقاحها قد أوقف تكاثر الفيروس في رئات الفئران. وكانت هذه القوارض قد عُرِّضت للإصابة بنسخة معدلة وراثيًّا من الفيروس، بما يسمح لها بمهاجمة خلايا الفئران، التي لا تكون عادة عرضة للإصابة بفيروس «سارس-كوف-2»، وفقًا لشرح زاك في العرض التقديمي المذكور، بيد أنَّ الطفرة تطول البروتين الذي تعتمد عليه غالبية اللقاحات، بما في ذلك لقاح «موديرنا»، من أجل تحفيز الجهاز المناعي؛ وهو ما قد يغيِّر من استجابة الحيوان للعدوى[4].

كانت قرود أكسفورد قد عُرِّضت لجرعة عالية من الفيروس بعد تلقِّيها اللقاح، حسبما أفادت سارة جيلبرت، اختصاصية اللقاحات في جامعة أكسفورد، التي شاركت في قيادة الدراسة مع فينسنت مونستر، عالِم الفيروسات في مختبرات المعهد الوطني الأمريكي للحساسية والأمراض المعدية في هاميلتون بولاية مونتانا. ولعلَّ هذا هو السبب في احتواء أنوف الحيوانات الملقَّحة على كمية من المادة الجينية للفيروس تُعادِل تلك الموجودة عند نظيرتها في مجموعة الضبط، بالرغم من أن القرود المُلقَّحة لم تظهر عليها أيّ علامات التهاب رئوي. فحَقْن الحيوانات بجرعاتٍ عالية من الفيروس يضمن إصابتها، غير أنَّ ذلك لا يحاكي بالضرورة العدوى الطبيعية. ويقول دياموند إنَّ دراسة جامعة أكسفورد لم تتحقق مما إذا كان الفيروس لا يزال قادرًا على إحداث العدوى، أم لا؛ إذ ليس من المُستبعَد أن تشير المادة الجينية إلى جزيئات الفيروس المثبَّطة بفعل الاستجابة المناعية لدى القردة، أو الفيروسات التي حُقنت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بها، بدلًا من الإشارة إلى استمرار العدوى.

ورغم ذلك، يذهب دوجلاس ريد -عالِم الجسيمات العضوية في جامعة مركز بيتسبرج لبحوث اللقاحات في ولاية بنسلفانيا- إلى أنَّ هذه النتيجة تزيد من احتمالية أن يظلَّ الأشخاص قادرين على نشر الفيروس، حتى بعد تلقِّيهم اللقاح. وعن ذلك يقول: "إننا نرغب -من خلال تَصَوُّرنا المثالي- في التوصل إلى لقاحٍ لا يقي من الإصابة بالمرض فحسب، وإنما من انتقاله أيضًا".

مؤشرات الأمان

يرى الباحثون أنَّه إذا كان من الصعب تقييم الفعَّالية المحتملة للقاحات، فإنَّ أحدث البيانات يقدِّم صورة أكثر وضوحًا فيما يتعلق بمسألة أمان اللقاحات، إذ لم يتسبب لقاح «موديرنا» سوى في القليل من المشكلات الصحية الحادة وغير الدائمة لدى المشاركين في التجربة. كما لم تُصَب القردة المُلقحة التي خضعت للتجارب في أكسفورد وسينوفاك لمضاعفاتٍ مَرضية بعد تعريضها للفيروس؛ وهو ما يُعَد من بين المخاوف الأساسية المرتبطة باللقاحات، بالنظر إلى أنَّ أحد اللقاحات المعطَّلة لأحد أفراد عائلة فيروسات كورونا -هو الفيروس المُسبب لمتلازمة الجهاز التنفسي الحادة الوخيمة «سارس» SARS- قد تمخَّضت عنه مضاعفات مَرضية في قرود المكاك[5].

ومن جانبه، يرى ستانلي بيرلمان، اختصاصي الفيروسات التاجية في جامعة أيوا بمدينة أيوا سيتي، أنَّ هذه البيانات لا ينبغي أن تُثني مطوِّري اللقاحات عن المُضيِّ في إجراء التجارب البشرية للتحقُّق من فاعلية اللقاحات.

ومن المقرَّر أن تشرع شركة «موديرنا» قريبًا في تنفيذ المرحلة الثانية من التجربة، التي تضمُّ هذه المرَّة 600 مشارك. وتأمل الشركة في إطلاق المرحلة الثالثة من مراحل تجربة اختبار فعَّالية اللقاح -على أن تكون أوسع نطاقًا- في شهر يوليو المُقبل، سعيًا إلى اختبار قدرة اللقاح على وقاية الفئات الأشد عرضة لخطر الإصابة بالمرض، مثل العاملين في مجال الرعاية الصحية، والأشخاص الذين يعانون من مشكلات صحية أخرى. وقال زاكس إن هناك مزيدًا من الدراسات على الحيوانات قيد الإجراء حاليًّا، بما في ذلك بعض الدراسات على القردة، وإنْ كان من غير الواضح بعد نوع الحيوان الذي سيقدم لنا أفضل تنبؤ حول مدى فعالية اللقاح، وآلية عمله.

لقد تمكَّن فريق أكسفورد من تسجيل أكثر من 1000 متطوِّع لخوض التجربة التي يجريها الفريق في المملكة المتحدة، تلقَّى بعضهم دواءً وهميًّا، بما يتيح للباحثين تحديد ما إذا كانت اللقاحات سوف تُؤتي بنتائج إيجابية على البشر خلال الأشهر القادمة. وترى جيلبرت أن خروج نتائج الدراسة التي أجراها الفريق على القردة خاليةً من المشكلات المتصلة بالأمان لهُو أمرٌ يبعث على الارتياح.

وفي تعليقها حول هذا الشأن، تقول جيلبرت: "لسنا في حاجةٍ -حقًّا- إلى الاستمرار في جمع مزيدٍ من البيانات من تجارب الحيوانات، إذا ثبتت فعالية اللقاح على البشر، فحينها -فقط- يمكن القول إن اللقاح فعَّال على البشر، وذلك هو ما نتطلع إليه".

1. van Doremalen, N. *et al*. Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.05.13.093195 (2020).
2. Gao, Q. *et al*. *Science* https://doi.org/10.1126/science.abc1932 (2020).
3. Robbiani, D. F. *et al*. Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.05.13.092619 (2020).
4. Dinnon, K. H. III *et al*. Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.05.06.081497 (2020).
5. Tseng, C.-T. *et al*. *PLoS ONE* **7**, e35421 (2012).

الصين تختبر الخلايا الجذعية المُعَادَة بَرْمَجَتُها لعلاج أمراض القلب

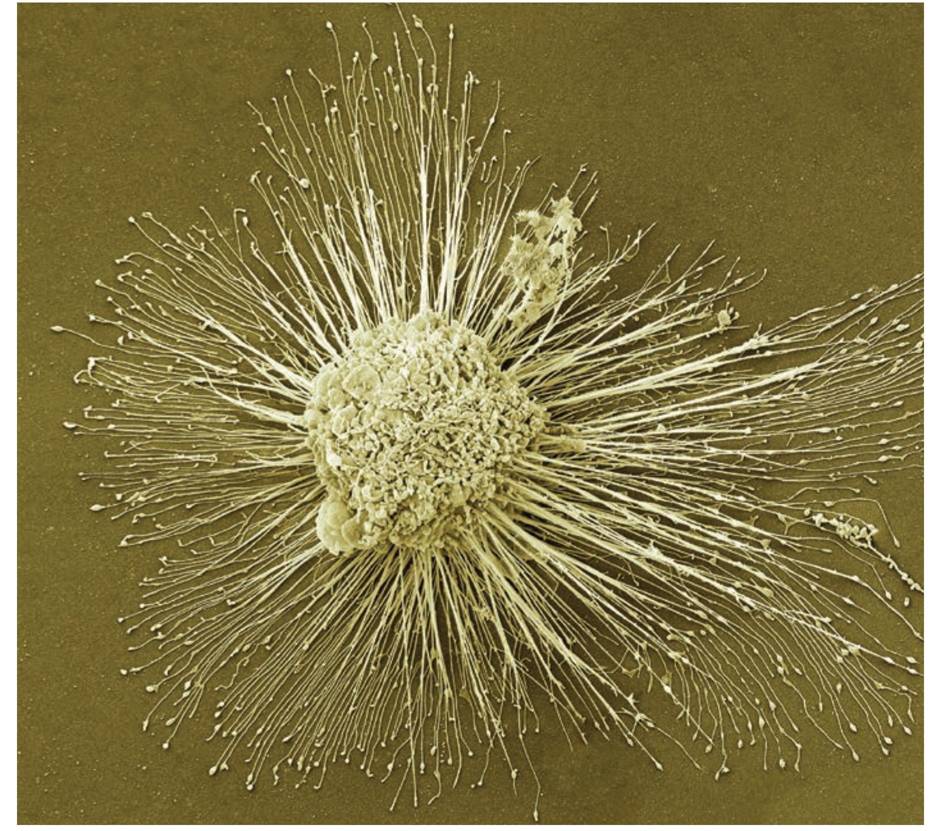
اعتمدت التجربة العلاجية على استخدام الخلايا الجذعية المستحَثة متعددة القدرات، ولكنْ لا سبيل إلى التحقق من نجاح تلك التجربة التي لم تُنشر نتائجها بعد.

سمريتي مالاباتي

تَلَقَّى رجلان في الصين، لأول مرةٍ على مستوى العالم، علاجًا تجريبيًّا لأمراض القلب، يَعتمِد في تركيبه على خلايا جذعية مُعادَة برمجتها (reprogrammed). وقد تعافيا تمامًا بعد مُضيِّ عامٍ واحد، حسبما أفاد جَرّاح القلب الذي أجرى هذه الإجراءات العلاجية. وفي تصريحٍ لدورية *Nature*، أوضح الجرّاح أن الرجلين قد حُقِنا في شهر مايو من عام 2019 بخلايا عضلة قلبٍ مأخوذة من خلايا جذعية مستحَثة متعددة القدراتٍ (iPS)، فيما يُعتبر أول تطبيق إكلينيكي معروف لتقنية تَعتمِد على هذا النوع من الخلايا الجذعية في علاج حالات اعتلال عضلة القلب.

إنَّ نتائج هذا العلاج التجريبيّ لم تُنشر بعد. وعليه، حذر باحثون -من غير المشاركين في هذا العمل- من عدم وجود طريقة للتحقق من نجاح العلاج، بما في ذلك التعرُّف على ما إذا كانت النتائج الإيجابية التي أُبلغ عنها قد جاءت نتيجة للعلاج المعتمِد على الخلايا الجذعية المذكورة، أم أنها ترجع -ببساطة- إلى مجازة القلب التي صاحبت العلاج.

بيد أن وانج دونجين، الجرَّاح بمستشفى «نانجينج درومِ تاور» Nanjing Drum Tower، تحدث إلى *Nature* بالتفصيل حول تلك العملية الجراحية، وعن حالة المريضين. يقول أحدهما –ويُدعى هان دايونج، وهو كهربائي، يبلغ من العمر 55 عامًا، من مدينة يانجتشو، الواقعة شرقَ الصين، وتلقَّى العلاج المشار إليه، كما أُجريت له مجازة في القلب– إنه راضٍ تمامًا عن النتيجة، متذكرًا شعوره بالإعياء، ومعاناته من ضيق التنفس قبل إجراء الجراحة. أما الآن، فقد صار في مقدوره أن يمارس المشي، وأن يصعد الدَّرَج، وأن ينعَم بالنوم ليلًا. ويضيف قائلًا: "لقد فاقت النتيجة توقعاتي".



عضلة القلب المستمَدّة من خلايا جذعية مستحَثة متعددة القدرات.

THOMAS DEERINCK, NCMIR/SPL

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من جانبه، قال وانج جاشيان، رئيس شركة «هيلب ثيرابيوتكس» HELP Therapeutics -وهي شركة متخصصة في مجال التكنولوجيا الحيوية، يقع مقرها في نانجينج، وهي التي أتاحت خلايا عضلة القلب المُستخدَمة في الدراسة- إن الفريق المعالج يعتزم نشر نتائج الجراحة التي خضع لها المريضان في وقت لاحق من العام الجاري، مضيفًا أنّ الفريق حصل على موافقة لتوسيع نطاق الدراسة، بما يشمل 20 مريضًا آخرين.

وليست هذه التجربة هي الوحيدة من نوعها. ففي شهر يناير الماضي، استخدم جراح القلب الياباني، يوشيكي ساوا، خلايا قلب مأخوذة من النوع ذاته من الخلايا الجذعية، مصمَّمة لعلاج أمراض القلب، وأدخلها إلى جسم أحد المرضى، إلا أنَّ فريقه يعتمد نهجًا مغايرًا، يقوم على تطعيم صفائح الخلايا على جدار القلب نفسه، بدلًا من حَقْنها فيه.

على مدى عقود، لم تنقطع محاولات العلماء عن استخدام خلايا جذعية بالغة في علاج أمراض القلب -التي تُعدُّ سببًا رئيسًا للوفاة في جميع أنحاء العالم- عاقِدِين الأمل على أن تتحول هذه الخلايا إلى خلايا عضلية بمجرد حقنها في القلب، ولكنْ بعدما تَبيَّن لهم أن التجارب على البشر غير حاسمة، التجأوا إلى الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، التي حصلوا عليها عن طريق حث الخلايا البالغة على النكوص إلى حالة تشبه الحالة الجنينية، ويمكن أن تتطور منها أنواع أخرى من الخلايا، مثل خلايا عضلة القلب.

وتشير الأدلة المستمدة من التجارب التي أُجريت على القوارض والقرود إلى أنَّ حقن خلايا القلب المأخوذة من الخلايا الجذعية المستحَثة متعددة القدرات مباشرةً إلى القلب يجدِّد أنسجة العضلات، ويُحسِّن من وظيفة هذا العضو[1]. ويأمل الباحثون في أن تنتهي التجارب الأولى المُجراة على البشر إلى النتيجة نفسها.

ويعلق فولفرام-هوبيرتوس زيمرمان، اختصاصي الصيدلة بمركز جوتنجن الطبي الجامعي في ألمانيا، قائلًا: "يا لها من أوقاتٍ مثيرة حقًّا!".

وبالإضافة إلى الدراسة التجريبية للخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، التي تُجري حاليًّا في اليابان، من المقرَّر إجراء عدة دراسات أخرى في فرنسا والولايات المتحدة، فضلًا عن دراسةٍ يخطط زيمرمان لإجرائها في ألمانيا.

السلامة أولًا

أصاب خبر إجراء التجربة الصينية الكثيرين بالدهشة، ممَّن لم يكونوا على درايةٍ بأن الباحثين هناك قد تغلبوا على واحد من أكبر التحديات في هذا المجال؛ تمثَّل في الحاجة إلى إنتاج أعداد ضخمة من خلايا عضلة القلب المأخوذة من الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات في حالة نقيةٍ إلى الحدِّ الذي يسمح بتطبيقها على البشر. ولكي يتحقق ذلك على النحو الصحيح، يتطلَّب الأمر بَذْلَ كثيرٍ من الوقت والجهد؛ ولذلك لم ينجح في تحقيقه سوى عدد محدودٍ جدًّا من الشركات أو المجموعات البحثية، حسب قول تشارلز موري، اختصاصي علم الأمراض بجامعة واشنطن في سياتل، الذي يعتزم -هو الآخر- حقْن الخلايا في قلوب البشر.

وفي تصريحٍ أدلى به وانج جاشيان، قال إنَّ شركته قد استغرقت في تطوير هذه الخلايا مدةً تقارب أربع سنوات. ومن جهته، أخبر وانج دونجين دورية *Nature* أنه قد استعان بنحو 100 مليون خلية من خلايا عضلة القلب المستمدة من الخلايا الجذعية المذكورة آنفًا، أمكن تخليقها اعتمادًا على خلايا متبرع سليم، ثم حُقنت حول أنسجة القلب التالفة لدى اثنين من مرضاه. وفي الوقت نفسه، خضع الرجلان، اللذان كانا مصابَيْن بأمراض قلبية حادة، لعملية مجازة شريان تاجي، زُرعت فيها أوعية من أماكن أخرى في الجسم على الشريان التاجي، لتحسين تدفق الدم.

وذكر جاشيان أن هدفه كان تقييم سلامة حَقْن الخلايا، وأنه شعر بالارتياح عندما لاحظ تحسُّن وظائف القلب بشكل ملحوظ لدى المريضين اللذين خضعا للجراحة. وأضاف أنّ أيًّا من المريضين لم يُصَب بأورام، حيث إنها تُعَدّ من مخاطر استخدام الخلايا الجذعية متعددة القدرات.

ولمنع الجسم من مهاجمة خلايا عضلة القلب، حسب شرح جاشيان، تناول المريضان أدوية مثبطة للمناعة. استمرَّ أحدهما في تناول هذه الأدوية لمدة شهر، أما الآخر، فقد اضطُرّ إلى التوقف بعد أسبوع واحد؛ نتيجة للآثار الجانبية المصاحبة للدواء. وأوضح أنَّ الجراحة لم تسفر عن أي خلل مستديم في معدل ضربات القلب. وهو ما عَقَّب عليه زيمرمان بقوله إنَّ هذه علامة على أنَّ الجراحة آمنة، وإنْ كان من الضروري أن تخضع للاختبار على مزيد من الأشخاص.

ومن جهةٍ أخرى.. يرى موري أن الفوائد الصحية التي لوحظت على المريضين لا يمكن أن تُعزى إلى الخلايا المُعادَة برمجتها فحسب، حيث إنهما قد خضعا أيضًا لعملية مجازة تاجية. ويضيف قائلًا: "إذا خضع المريض لإجراءين علاجيين، تسببا في تحسُّن حالته، فليس بإمكاننا تحديد أيهما يقف وراء هذا التحسُّن".

وينقسم الباحثون حول أفضل طريقة لإدخال خلايا عضلة القلب. فعادة ما يكون حَقْنها أقل تدخلًا من تطعيم صفائح الخلايا، لأن الحَقْن لا يتطلب إجراء عملية جراحية؛ على الرغم من أن المريضين الصينيَّين قد خضعا بالفعل لجراحة مجازة القلب. ويسوق أنصار الحَقْن حُجَّة أخرى، مفادُها أنَّ إجراء العملية على الحيوانات قد أتاح للأنسجة الاندماج بشكل أفضل في القلب، وإنتاج عضلة جديدة[2].

يقول فيليب ميناشيه -جرّاح القلب في جامعة باريس- إن الحَقْن يتسبب في إحداث ثقوب في القلب في مواضع متعددة، مما قد يضرّ بالأنسجة.

وفي يناير الماضي، أقدم ساوا -الجَرّاح بجامعة أوساكا في اليابان- على تجربة النهج البديل؛ إذ عالج مريضًا يعاني اعتلالًا في عضلة القلب، عن طريق تطعيم القلب بصفائح تحتوي على 100 مليون خلية عضلة قلبية. وأفاد ساوا بأنّ المريض قد غادر غرفة العناية المركزة في غضون أيام قليلة، وهو بصدد إجراء العملية على ثمانية أشخاص آخرين.

وتفيد التجارب التي أجريت على الحيوانات بأنّ زراعة الخلايا في صورة صفائح أو رُقع عادةً ما تسبب في بقائها حيّة، بخلاف عمليات الحَقْن، ولكن الدراسات أظهرت أيضًا أن مثل هذه الخلايا المُطعَّمة لا تَخفُق بشكل متزامن مع عضلة القلب[3].

1. Liu, Y.-W. *et al. Nature Biotechnol.* **36**, 597–605 (2018).
1. Gerbin, K. A., Yang, X., Murry, C. E. & Coulombe, K. L. *PLoS ONE* **10**, e0131446 (2015).
3. Zimmermann, W.-H. *Curr. Opin. Physiol.* **14**, 70–77 (2020).

سؤال وجواب

رائدة فضاء تتطلع إلى المريخ



BILL STAFFORD/NASA

تخرجت جيسيكا واتكينز في شهر يناير الماضي، ضمن أحدث دفعة من رواد الفضاء في وكالة «ناسا». وبوصفها عالمة جيولوجيا كوكبية، فإنها من المرشحين بقوة للمشاركة في برنامج «أرتيمس» Artemis، التابع للوكالة، ويهدف إلى إرسال البشر إلى القمر مرةً أخرى بنهاية عام 2024. وفي المستقبل، ربما تكون هناك رحلة إلى المريخ أيضًا، الذي تعرضت له واتكينز أثناء دراستها لنيل درجة للدكتوراة. وقد تحاورت *Nature* مع واتكينز عن حياتها المهنية. ونقدم في السطور التالية ما دار من حوار معها.

لماذا انضممتِ إلى صفوف رواد الفضاء؟

لقد رغبتُ، منذ الصِّغر، في أن أكون رائدة فضاء. ودائمًا ما كنت أشعر بانجذاب تجاه الفضاء؛ ولعلها كانت فكرة الاستكشاف، والرغبة في تخطي حدودنا وقدراتنا التقنية والمادية على حدٍّ سواء، وكذلك على المستويين؛ العقلي، والروحي. قادتني الصدفة إلى دراسة الجيولوجيا، لكن سرعان ما وقعْتُ في حبها، ثم حالفني الحظ، على نحو غير متوقع، لينتهي بي الأمر هنا.

ما هو كوكبك المفضل؟

المريخ هو حبي الأول بكل تأكيد. أتذكر عندما عمدتُ إلى تأليف كتاب عن مخلوق قادمٍ من المريخ، بينما كنت لا أزال في الصف الدراسي الخامس. وأكثر ما أثار اهتمامي فيما يتعلق بالمريخ هو درجة تشابهه مع كوكب الأرض، وكيف أننا قادرون على استخدام الأرض كنموذج نفهم منه المزيد عن كوكب المريخ. والآن، حين ننظر إلى توجهات وكالة ناسا، التي تعتزم إطلاق رحلةٍ أخرى إلى القمر في عام 2024، من خلال برنامج «أرتيمس»، حيث أصبح القمر -هو الآخر- محل اهتمام كبير بالنسبة لي. وبالتأكيد، سأعمل على تنشيط معلوماتي القديمة عن الجيولوجيا القمرية، وما سيكون عليه الحال على سطح القمر.

كيف يمكن لاستكشاف الفضاء أن يلهمنا، بينما نمرُّ بهذه الأزمة الصحية التي تجتاح العالم؟

تتطلب منا هذه الجائحة أن نتكاتف -نحن البشر- معًا، وأن نتصرف بشكل سليم، وأن يساعد بعضنا بعضًا. والحقُّ أنَّ هذا الموقف أشبه بما يكون برحلات البشر إلى الفضاء. فالرحلات الفضائية تمثل سعي البشر نحو إحراز إنجازات صعبة، هم بحاجةٍ إلى أن يحرزوها معًا، على الرغم مما قد يكون من اختلافاتٍ مفتعلةٍ فيما بيننا. وتَبنِّي ذلك المنظور يسمح للمرء برؤية الأرض على حقيقتها؛ على أنها جسد واحد.. فنحن كلنا في قارب واحد.

مقابلة أَجْرتها ألكسندرا ويتز.

خضعت هذه المقابلة للتحرير لأغراض الطول والوضوح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أشخاصٌ ينتظرون خارج أحد مكاتب الهجرة في برلين.

صدمات الماضي تُشكل الصحة العقلية للاجئين

دراسةٌ تفصيلية تكشف أنَّ خطر إصابة المهاجرين الشباب باضطراباتٍ نفسية يزيد تدريجيًا بزيادة عدد الصدمات التي مرّوا بها.

أليسون أبوت

في عام 2005، فرَّ مرتضى حساني من أفغانستان، حين كان يبلغ من العمر ست سنوات. ففي أثناء الحرب هناك، عثر حساني على جثة أبيه مقطوعة الرأس أمام منزل العائلة، بعد أن قُتل على يد حركة طالبان. وكانت تلك الصدمة الأولى بين صدماتٍ نفسية كثيرة يصعب تصورها، واجهها حساني قبل وصوله إلى ألمانيا لاجئًا عام 2015. ويقول عن ذلك: "لم أستطع إخراج صورة أبي من رأسي".

حساني واحدٌ من أكثر من 100 لاجئ شاركوا في دراسةٍ جديدة، تبحث في كيفية تضرر الصحة العقلية من الصدمات النفسية المماثلة، وربما تكون هذه الدراسة الأكبر والأكثر تفصيلًا من بين الدراسات التي أُجريت حتى الآن بخصوص الحالة النفسية للاجئين الشباب[1]. فالشباب الذين يفرون من أوطانهم يكونون بالفعل أكثر عرضةً لخطر الإصابة بمشكلات الصحة العقلية مقارنةً بعامة السكان. والهجرة في حد ذاتها تُعرّف بوصفها أحد عوامل الإصابة بالاضطرابات المماثلة، غير أنَّ كثيرًا من اللاجئين يتعرَّضون أيضًا للعنف ولأحداثٍ تُهدد حياتهم، قبل رحلة فرارهم وفي أثنائها. وهذه الدراسة الجديدة هي الأولى التي تحاول تقدير تأثير تلك الأحداث في مشكلات الصحة النفسية، وقد وجدتْ أنَّ خطر الإصابة بتلك الاضطرابات وحدّتها يرتفعان بشكلٍ ملحوظ مع كل صدمةٍ نفسية جديدة يمر بها الإنسان.

وعن تلك الدراسة يقول الطبيب النفسي أندرياس ماير ليندنبرج، مدير المعهد المركزي للصحة العقلية في مدينة مانهايم بألمانيا: "البيانات مُدهشة للغاية"، مضيفًا أنَّه من المتوقع للاجئين ممن عانوا مزيدًا من الصدمات النفسية أن يكونوا أكثر عرضةً لخطر الإصابة بمشكلات الصحة العقلية، غير أنَّ "مدى هذه الزيادة لافت للنظر".

وترى هانيلور إيرينرايش، عالمة الأعصاب والطبيبة النفسية بمعهد ماكس بلانك للطب التجريبي بمدينة جوتنجن في ألمانيا، والتي قادت تلك الدراسة، أنَّ النتائج تكشف الحاجة إلى تغيير السياسات الخاصة باللاجئين. فعلى سبيل المثال، هناك عديدٌ من الدول، من ضمنها ألمانيا التي أُجريت فيها الدراسة، تمنع اللاجئين من العمل أو الاندماج في المجتمع إلى حين حصولهم على حق اللجوء. وتضيف إيرينرايش قائلةً: "هذا الانتظار، الذي يقضونه في خوفٍ من إعادة إرسالهم إلى بلادهم التي فرّوا منها، يُراكم مزيدًا من الضغوط عليهم، ومن ثم يضيف إلى الخطر التراكمي لإصابتهم باضطرابات الصحة العقلية".

عوامل ضغط بيئية

وفقًا للأمم المتحدة، يسعى نحو 71 مليون شخص حول العالم للحصول على حق اللجوء. ومنذ عام 2014، استقبلت ألمانيا قرابة مليونين من طالبي اللجوء. ويعيش كثيرٌ من هؤلاء سنوات في مراكز اللاجئين، قبل إبلاغهم بقرار حصولهم على حق اللجوء من عدمه.

ويمكن لعوامل الضغط البيئية أن تزيد من خطر إصابة الشباب بالاضطرابات النفسية، خاصَّة إذا ماكان لديهم استعدادٌ وراثي طفيف بالفعل. وتتراوح تلك العوامل بين التعرض لأعمال العنف أو مشاهدتها، وصولًا إلى الهجرة والعيش في المدن. وقد بيّنت إيرينرايش في دراسةٍ[2] أُجريت عام 2014 أنَّه حتى كون المرء ابنًا لأحد المهاجرين يعدّ من عوامل الخطر هذه.

وفي الدراسة الأخيرة، استعان فريقها بين عامي 2018 و2019 بمجموعةٍ تتكون من 133 شابًا مهاجرًا ممن يبدو عليهم أنَّهم يتمتَّعون بصحةٍ جيدة، من تسعة مراكز لإيواء اللاجئين في ألمانيا. 80% منهم من الذكور، بينما نحو الثلث من القُصَّر الذين هربوا من بلادهم وحدهم دون ذويهم، وكثير منهم جاءوا من أفغانستان وسوريا والعراق.

وأجرى عالم الأعصاب والطبيب النفسي مارتن بجيمان فحوصاتٍ جسدية ونفسية وإدراكية مفصّلة لكلٍ من هؤلاء المشاركين. وسألهم عن الصدمات التي مروا بها، والتي كثيرًا ما كانت تتضمن التعذيب، والرِق، والاعتداء البدني والجنسي. واكتشف بجيمان في أجساد 40% من المشاركين ندوبًا ناتجةً عن جروح طلقاتٍ نارية، وطعنات، وانفجارات، وحروق، وصدماتٍ كهربائية.

وأجرى بجيمان بعد ذلك مقابلاتٍ شخصية مع المشاركين، لتحديد ما إذا كانت تظهر عليهم علامات اكتئابٍ أو ذهان، أو ما إذا كانوا يعانون صعوباتٍ إدراكية. ونظَّم عملية الحصول على العلاج النفسي للمحتاجين إليه منهم.

ارتباط الخطر

أحصى الفريق عدد عوامل الخطر البيئية التي تعرض لها كل مشاركٍ بالإضافة إلى عامل الهجرة. ووجد أنَّ أكثر من 40% من المشاركين تعرَّضوا لـثلاثة عوامل خطر إضافية أو أكثر، مثل الرق أو الاغتصاب، بينما كانت نسبة من لم يتعرضوا لأي عوامل خطر إضافية 4.5% فقط.

واستخدم الباحثون تقييماتهم لتقدير الاحتمالية الإجمالية لإصابة شخصٍ ما باضطراباتٍ تتعلق بالصحة العقلية، ووجدوا أنَّ تلك الاحتمالية زادت تدريجيًا بزيادة عدد عوامل الخطر التي تعرض لها الشخص. بالإضافة إلى ذلك، فإنَّ قدرة اللاجئين على التكيف مع الحياة اليومية تراجعت مع كل صدمةٍ نفسية إضافية. وقد وجد الفريق كذلك أنَّ العوامل التي كان يُعتقد بأنها توفر «الحماية النفسية»، مثل الفرار بصحبة أحد أعضاء الأسرة أو الأصدقاء، لا يبدو أنَّها قد خففت من آثار عوامل الضغط السلبية.

وينوّه المؤلفون بأنَّ عوامل الضغط تظل موجودةً في البدان المضيفة كذلك، مثل سوء الأوضاع المعيشية، وإعادة التوطين بصورةٍ متكررة، والإقصاء الاجتماعي، والعداء تجاه اللاجئين كونهم أجانب.

ويضيف فينتيفوجل أنَّ الوضع في أوروبا بالأخص حرج للغاية في الوقت الحاليّ. إذ إنَّ ثلث اللاجئين في معسكرات جزر بحر إيجة التابعة لليونان، والبالغ عددهم 39 ألفًا تقريبًا، تقل أعمارهم عن 18 عامًا. وتابع: "هؤلاء الأطفال عالقون في وضعٍ مبهم، ويشعرون بالعجز، وهو أمرٌ له أثرٌ سيِّئ للغاية في صحتهم العقلية".

وكان لسماع قصص اللاجئين الشباب عن الوحشية التي تعرضوا لها أثرٌ سلبي على بجيمان، إذ يقول عن ذلك: "كانت تنتابني الكوابيس، وتعيّن عليّ الحصول على المشورة والعلاج النفسيين لبعض الوقت".

أما بالنسبة للمشاركين مثل حساني، فقد كانت الدراسة مفيدةً، لأنَّها قادتهم إلى العلاج النفسي. وهو ما عبَّر عنه قائلًا: "أشعر الآن بتحسنٍ، وأستطيع النوم".

1. Begemann, M., Seidel, J., Poustka, L. & Ehrenreich, H. EClinicalMedicine https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100345 (2020).
2. Stepniak, B. *et al.* Lancet Psychiatry https://doi.org/10.1016/S2215-0366(14)70379-7 (2014).

ماذا يعني خروج الولايات المتحدة من منظمة الصحة العالمية؟

يتوقع الخبراء أن تتولد مشكلات من جرّاء إقدام الرئيس الأمريكي على إنهاء علاقة بلاده بالمنظمة.

إيمي ماكسمِن

أصاب الذهول خبراء السياسة الصحية العالمية لدى إعلان الرئيس الأمريكي دونالد ترامب -في التاسع والعشرين من مايو الماضي- أنه بصدد "إنهاء" علاقة بلاده بمنظمة الصحة العالمية.

جاء هذا الإعلان على خلفية تصاعُد حدَّة الاتهامات التي أطلقها الرئيس الأمريكي في الآونة الأخيرة في حق المنظمة. فقبل ذلك بعشرة أيام، أرسل الرئيس خطابًا شديد اللهجة إلى المدير العام للمنظمة، تيدروس أدهانوم جيبريسوس، هدَّد فيه بوقف تمويل المنظمة تمامًا وبشكل دائم، والانسحاب منها، إذا لم تُظهِر الأخيرة "استقلالها عن الصين" في غضون 30 يومًا. وعلى أثر ذلك، يتوقع قادة المنظمة، وآخرون، أن تكون لهذا الانسحاب تبِعات، قد يكون من بينها تجدُّد انتشار شلل الأطفال والملاريا، وصولًا إلى وضع عوائق تحدّ من تدفق المعلومات المتصلة بمرض «كوفيد–19» COVID-19. ويمكن كذلك أن تتضرر التحالفات العلمية في جميع أنحاء العالم، وأن تفقد الولايات المتحدة تأثيرها على مبادرات الصحة العالمية. وفي معرض تعليقها على قرار الانسحاب، قالت كيلي لي، باحثة السياسات الصحية العالمية في جامعة سايمون فريزر، الواقعة في مدينة برنابي الكندية، إن "هذا الانسحاب سيكون ضارًّا".

كما أن المقترحات الداعية إلى إطلاق مبادرات جديدة تحت قيادة الولايات المتحدة، بغرض دعم جهود التصدي للجائحة في الخارج، لا تُغْني كثيرًا في تهدئة مخاوف الباحثين، الذين يرون أن مثل هذه المبادرات من شأنها تعقيد الاستجابة العالمية للجائحة، ولقضايا الصحة العالمية بوجه عام. تقول ريبيكا كاتز، مديرة مركز علوم الصحة العالمية والأمن بجامعة جورجتاون في واشنطن العاصمة: "إنه لمن غير الواقعي أن تكون هذه المسألة مطروحة للنقاش من الأصل؛ إذ من الصعب جدًّا استيعاب ما لها من تداعيات هائلة".

يأتي هذا الشرخ في العلاقات بين الولايات المتحدة والمنظمة في توقيت حرِج، العالَم فيه أحوَج ما يكون إلى الاصطفاف وتنسيق الجهود؛ من أجل مجابهة فيروس كورونا. وتعلِّق كاتز على ذلك قائلة: "لقد شبَّه البعض موقفنا في هذه الجائحة بمَن يصنع طائرة أثناء الطيران. وهذا المقترح أقرب إلى عملية نزع نوافذ الطائرة، بينما هي مُحلِّقة في الهواء".

رصيد كبير.. ودَين مستحَق

إنّ ترامب غير مضطر للحصول على موافقة الكونجرس لحَجْب التمويل عن منظمة الصحة العالمية، كما لم يتضح بعدُ ما إذا كان سيحتاج إلى الحصول على مثل هذه الموافقة للانسحاب من المنظمة، أم لا. وتجدر الإشارة إلى أن الحكومة الأمريكية كانت قد منحت المنظمة، خلال العام الماضي، ما يقرب من 450 مليون دولار. وتغطي الولايات المتحدة 27% من ميزانية المنظمة المخصصة للقضاء على شلل الأطفال، و19% من ميزانيتها الموجَّهة إلى مكافحة أمراض الدرن، وفيروس نقص المناعة البشرية، والملاريا، وكذلك الأمراض التي يمكن الوقاية منها باللقاحات، مثل الحصبة، إضافةً إلى 23% من ميزانية المنظمة المخصصة للإنفاق على العمليات الصحية الطارئة. وإذا تقلَّصت هذه المبادرات، فحسبما يرى باحثون، سوف يؤدي ذلك إلى ارتفاع أعداد الوفيات، وتفاقم معاناة المرضى. ويقول ديفيد هيمان -اختصاصي الأوبئة في كلية لندن للصحة العامة وطب المناطق الحارة- إن هذا الانسحاب يرقى أيضًا إلى حد تبديد الولايات المتحدة لاستثماراتها، لاسيَّما في مجال مكافحة مرض شلل الأطفال. ويضيف أن المكاسب التي تحققت من خلال حملات التطعيم -وهي حملات تكلفت مئات الملايين من الدولارات- سوف تذهب أدراجَ الرياح.

مبادرات جديدة

يقول ترامب إن الحكومة الأمريكية سوف تواصل تمويل مبادرات الصحة العالمية من خلال فرق الإغاثة، والجهات



المدير العام لمنظمة الصحة العالمية، تيدروس أدهانوم جيبريسوس.

FABRICE COFFRINI/AFP VIA GETTY

التابعة لها. ويشير تشريع مقترح إلى أن الحكومة قد تكون بصدد البحث عن طرق بديلة لتمويل هذه المبادرات. فقد أفادت منصة «ديفيكس» Devex -وهي منصة إلكترونية تركز على التنمية العالمية- أن وزارة الخارجية الأمريكية عاكفة على تعميم مقترَح بإطلاق مبادرة بقيمة 2.5 مليار دولار، للإشراف على جهود التصدي للجائحة على المستويين؛ المحلي، والدولي. وفي أواخر شهر مايو الماضي، قُدِّم مشروع قانون مقترح -حصلت دورية *Nature* على نسخة منه- يُعرف بـ«قانون الأمن الصحي العالمي والدبلوماسية لعام 2020» إلى مجلس الشيوخ. وهو يخصص 3 مليارات دولار لتدشين مبادرة عالمية تهدف إلى احتواء الأوبئة داخليًّا وخارجيًّا، يشرف عليها شخص مكلَّف من الرئيس، يختاره من وزارة الخارجية.

وفي هذا الصدد.. ذكرت أماندا جلاسمان -وهي زميلة أولى في «مركز التنمية العالمية»، مركز الأبحاث الكائن في واشنطن العاصمة- أنها وزملاءها يرحبون بأية مساع تبذلها الولايات المتحدة في سبيل مكافحة الأوبئة حول العالم. ومع ذلك فهي لا تتوقع أن تكون مثل هذه الجهود الموازية فعالة بما يكفي، ما لم تترافق مع منظمة صحة عالمية قوية؛ حيث إنّ بناء

> "إن هذا الانسحاب يرقى أيضًا إلى حد تبديد الولايات المتحدة لاستثماراتها".

تحالُفات مع الدول يستغرق سنوات، كما إن منظمة الصحة العالمية تعمل في بعض المناطق التي لا تعمل فيها الولايات المتحدة. وتتفق معها كيلي لي، فتقول: "لا يمكنك أن تظهر فجأةً في أفغانستان، وتبدأ في تطعيم الناس هناك".

وبدورها، تقول سويري مون -الباحثة في مجال الصحة العالمية بالمعهد العالي للدراسات الدولية والإنمائية في جنيف بسويسرا- إن "الولايات المتحدة تعتمد على المؤسسات الدولية متعددة الأطراف في التعامل مع البلدان التي لا تكاد تربطها بها علاقات دبلوماسية".

وحتى في البلدان التي أدارت فيها الولايات المتحدة برامج لمكافحة فيروس نقص المناعة البشرية، والملاريا، وغيرهما من المشكلات الصحية، يبقى لمنظمة الصحة العالمية دور في تنسيق الجهود هناك. ومن ثم، فإذا ما وقع خلاف بين المنظمة والباحثين العاملين بالوكالات التابعة للولايات المتحدة، فقد يؤدي ذلك إلى إضعاف التعاون الممتد بين الطرفين. أضِف إلى ذلك أن المنظمة تضم حوالي 180 أمريكيًّا، من اختصاصيي الأوبئة، ومتخصصين في السياسة الصحية، وموظفين يشغلون وظائف أخرى، فضلًا عن عشرات الأمريكيين الملتحقين بالمنظمة كباحثين زائرين ومتدربين.

ويقول باحثون إن المنظمة سوف تتخطى أزمة تجميد التمويل الأمريكي على المدى القصير، لأن جهات مانحة أخرى ستمد يد العون. فعلى سبيل المثال، تعهّد الرئيس الصيني، شي جين بينج، برصد مليارَي دولار أمريكي للتصدي لفيروس كورونا.

وبمرور الوقت، قد تفقد الولايات المتحدة ما لها من تأثير بالخارج. ومن المفارقة أن هذا تحديدًا هو ما تشكو منه إدارة ترامب، حيث تقول لي: "إذا أقدمَتْ الولايات المتحدة على الانسحاب، مخلِّفة وراءها فراغًا، فإن دولًا أخرى -مثل الصين- سوف تملأ هذا الفراغ". وتضيف: "سوف نكون بإزاء نبوءة تتحقق من تلقاء نفسها".

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كم سوف تبلغ درجة حرارة الأرض بحلول عام 2100؟

قُوبل بعض الافتراضات التي تستند إليها دراسات الاحترار العالمي بانتقاداتٍ واسعة. والآن، يستعين الباحثون بمجموعة سيناريوهات جديدة، لنمذجة مستقبل كوكب الأرض. **بقلم جيف توليفسون**



ILLUSTRATION BY ACAPULCO STUDIO

هَبْ أنك في عام 2050. ها أنتَ ذا تشهدُ قادة العالم إذ يلتقون للاحتفال ببداية العام، ويعودون بالذاكرة إلى جائحة فيروس كورونا التي ألمَّت بالعالم قبل ثلاثين عامًا خَلَت، وكيف أنَّها كانت بمثابة نقطة تحولٍ في المساعي الرامية إلى كبح جماح الاحترار العالمي، حيث إنَّ بلدان العالم تكاتفت فيما بينها للتغلب على الجائحة، مدشنةً بذلك حقبةً جديدة من التعاون؛ للحيلولة دون وقوع كارثةٍ مناخية، ثم كان أنْ اتَّجهَتْ فيما بعدُ إلى الاستثمار في الطاقة النظيفة والتقنيات الجديدة، وهو ما أفضى إلى تراجعٍ سريع في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبذا، اهتدى العالم إلى مسار الحدِّ من الاحترار العالمي، بخفض درجات الحرارة إلى مستوى لا يتعدَّى مستويات ما قبل الثورة الصناعية سوى بحوالي 1.5 درجة مئوية.

أو ربما تَتخذُ الأحداث مجرى مغايرًا؛ فيَنظر العالَم في عام 2050 إلى الوراء، ليجد أنَّ الجائحة لم تكُن سوى ومضةٍ عارضة وسط مساعٍ -كانت غالبيتها غيرَ ذات جدوى- بُذلت على مدار فترةٍ طويلة من أجل التصدِّي لظاهرة الاحترار العالمي. فرغم أنَّ جائحة عام 2020 أسفرت عن انخفاضٍ مؤقت لانبعاثات الكربون، فإنها لم تكَد تُلملم أذيالها، حتى تكالبت الدول على استخدام الوقود الأحفوري الرخيص، في محاولةٍ لإنعاش اقتصاداتها، وهو ما نجم عنه ارتفاع في انبعاثات الكربون، صاحَبَه ارتفاعٌ في درجات الحرارة. وكانت المحصِّلة أنْ تهيأت الظروف لحدوث احترارٍ عالمي في نهاية القرن، مقداره 5 درجات مئوية.

هذان ليسا سوى تَصَوُّرين اثنين لما يمكن أن يكون عليه المستقبل، فلا أحد يعرف إلامَ ستنتهي هذه الجائحة، ولم يتضح بعدُ ما إذا كانت البشرية ستتعاون في نهاية المطاف لتجنب وقوع كارثةٍ مناخية محتملة، أم لا. إنّ باحثي المناخ بحاجةٍ إلى دراسة أنواع المشكلات التي قد تطرأ في ظل معدلات الاحترار المختلفة، ولذا وضعوا عددًا من السيناريوهات، تمثل نُسخًا مختلفة من المستقبل الذي قد تواجهه البشرية[1]. وهم يقصدون من وراء ذلك إلى دراسة كيف يمكن للسياسات المختلفة أن تغير من مستويات انبعاثات الكربون، وكيف سيتفاعل الكوكب مع كل هذه الغازات الحابسة للحرارة. فمِن جهةٍ، تُطالِعنا السيناريوهات المتفائلة بعوالم تتضافر فيها جهود الحكومات، للنهوض بالتقنيات قليلة الانبعاثات الكربونية، بينما تعمل في الوقت نفسه على الحد من الفقر وغياب المساواة. أما المتشائم من هذه السيناريوهات، على الجهة الأخرى، فيُصوِّر دول العالم إذ هي تكثِّف استخدامها للوقود الأحفوري الرخيص، سعيًا لتحقيق النمو الاقتصادي بأيِّ ثمن.

للمرة الأولى، تعكف فِرق بحثية على دراسة هذه السيناريوهات من خلال النماذج المناخية الرئيسة للعالم، وهو ما يتيح لها الخروج بتوقعاتٍ لاستجابات الكوكب المحتملة للمسارات الاجتماعية والاقتصادية المختلفة. ويُنتظر أن تسترشد أبحاث المناخ بهذه النماذج لسنواتٍ قادمة، إذ ستضطلع بدورٍ محوري في التقييم المهم المرتقب لحالة الاحترار العالمي، الذي من المقرر أن تصدره الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) خلال العام المقبل. كما قد يكون لهذه الأبحاث دورٌ رئيس في المفاوضات المتعلقة بإقرار حزمةٍ جديدة من التعهدات؛ للحدّ من الانبعاثات، بموجب اتفاقية باريس للمناخ لعام 2015.

وتُعَد هذه السيناريوهات تحديثًا لمجموعةٍ أخرى كانت مُستخدمةً على مدار العِقد المنصرم، من بينها سيناريو متطرف ومثير للجدل، يتنبَّأ بارتفاع درجة حرارة العالَم بزيادةٍ مقدارها حوالي 5 درجات مئوية بحلول عام 2100، مقارنةً بمستويات الحرارة فيما قبل الثورة الصناعية. وقد وُجهت انتقاداتٌ إلى هذا السيناريو بالتحديد، الذي لعِب دورًا محوريًّا في دراسات المناخ على مدى أكثر من عشر سنوات، ووصفه المنتقدون بأنه سيناريو مضلِّل، إذ يقوم على افتراضٍ غير واقعي، يقول إنّ كميات الفحم التي سوف يستهلكها العالَم بحلول عام 2100 تبلغ خمسة أمثال الاستهلاك الحاليّ تقريبًا. غير أنَّ هذا الانتقاد قوبل بالرفض من قِبل كثير من الباحثين، الذين ارتأوا أنَّ حتى تلك السيناريوهات التي تتنبَّأ بمستوياتٍ مرتفعة من الانبعاثات لها فائدتها، ما دام الناس على درايةٍ بالافتراضات الأساسية التي تستند إليها، وأوجه القصور بها. هذا.. بالإضافة إلى أنَّ انبعاث كمياتٍ هائلة من الميثان من التربة الصقيعية القطبية -على سبيل المثال- قد يُنتِج تأثيرًا مماثلًا لتأثير تلك الزيادة الكبيرة في استهلاك الوقود الأحفوري.

وفي هذا الصدد، قال دونالد ووبلز، عالِم الغلاف الجوي بجامعة إلينوي في أوربانا-شامبين بالولايات المتحدة الأمريكية، والمؤلف الرئيس المنسِّق للمجلَّد الأول

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من أحدث سلسلةٍ من التقارير الوطنية الأمريكية لتقييم المناخ[2]، الصادر في عام 2017: "إننا نحاول فهْم المخاطر، لا التنبؤ بالمستقبل". فهذه السيناريوهات لم توضع للتنبؤ بالانبعاثات، لكن لدراسة المستويات المختلفة من الاحترار، وفهم العلاقة بينها وبين الأنماط المتعددة للتنمية الاقتصادية. وهي تساعد باحثين من تخصصاتٍ متنوعة؛ إذ يستعين بها خبراء نمذجة المناخ في اختبار نماذجهم، وتوقُّع آثار زيادة انبعاثات غازات الدفيئة، كما يحتاجها الاقتصاديون لدراسة كلفة السياسات المختلفة، ويعتمد عليها علماء النظم الإيكولوجية لتوقع التغيرات في تلك النظم حول العالم.

وتقول كريستي إبي، الباحثة في مجال الصحة البيئية بجامعة واشنطن في مدينة سياتل بولاية واشنطن، التي شاركت في رئاسة اللجنة التي وضعت تلك السيناريوهات الجديدة: "هذا ليس خيالًا علميًّا. إننا بحاجةٍ إلى نتائج هذه النماذج؛ لتوفر لنا معلوماتٍ عن الآثار المترتبة على تصرُّفاتنا. وقد أصبح بإمكاننا الآن الحصول على تلك المعلومات".

نشاطٌ غير معهود

في شهر إبريل من عام 1989، اجتمع خبراء مكلفون بتوقع الاحتمالات المختلفة لمستقبل المناخ العالمي في مدينة بيلتهوفن الهولندية، وذلك لإعداد التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الذي كان مقررًا أن يصدر في العام التالي. وقد وضعوا سيناريوهاتٍ لتحديد الكميات التي قد تنتجها الدول المختلفة من ثاني أكسيد الكربون، والميثان، والغازات الأخرى الحابسة للحرارة على مدار القرن الواحد والعشرين[3]. ووفرت تلك العوالم المستقبلية المحتملة -من العوالم شديدة التلوث، وحتى فائقة النظافة- المعلومات الأولية لواضعي النماذج المناخية لتوقع الاستجابات المحتمَلة لكوكبنا.

"نحاول فهم المخاطر، لا التنبؤ بالمستقبل".

ومنذ ذلك الحين، حدَّثت الهيئة السيناريوهات الرئيسة للانبعاثات عدة مرات؛ إلى أن تغيَّر الوضع في عام 2006، حين قررت الهيئة التوقف عن وضع السيناريوهات، إثر تعرُّضها لضغوطٍ من الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى، التي احتجَّت بأنَّ دور الهيئة يقتصر على تقييم الأبحاث العلمية، وليس توجيهها.

ولذا، ففي عام 2010، نشر فريقٌ متطوع، يقوده عالِم المناخ ريتشارد موس -الذي كان يعمل آنذاك في معهد أبحاث التغيير العالمي المشترك بمدينة كوليدج بارك في ولاية ميريلاند الأمريكية- إطارًا جديدًا لوضع السيناريوهات واستخدامها، مُصمَّم لتسترشد به الأبحاث المتعلقة بالتقييم الأخير للهيئة[4]، الذي صدر في عام 2013-2014.

وضع الفريق، ضمن هذا الإطار، مجموعةً من أربعة نماذج؛ بغرض توقع مستويات انبعاثات الكربون في المستقبل، عُرفت باسم مسارات التركيز التمثيلية (RCPs)، التي تستطيع فِرَق نمذجة المناخ في جميع أنحاء العالم الاستعانة بها للخروج بتوقعاتٍ حول مصير الكوكب[5]. وقد اختيرت هذه المسارات لتمثيل المستويات المختلفة لما يُطلَق عليه "صافي الإشعاع"، وهو رقم يعكس مقدار الاحترار الإضافي الناتج عن انبعاثات غازات الدفيئة. ولم يكن الغرض من هذه المسارات توصيف اتجاهاتٍ معينة للتغيرات في الانبعاثات، أو توقع التغيرات المحتملة في الاقتصادات والتكنولوجيا، إذ تُركت هذه المهمة لباحثين

آخرين، وضعوا لاحقًا -بدورهم- مجموعاتٍ من الاتجاهات المحتملة للتغيرات في الانبعاثات، تتغير فيها تركيزات غازات الدفيئة بطرقٍ تحاكي مسارات التركيز التمثيلية.

ويقول موس إنَّ هذه المسارات وُضعت بحيث تستوعب جميع احتمالات الاحترار التي تناولها الأدبيات العلمية، وعلى النحو الذي يتيح وجود فارق كبير بما يكفي بين التوقعات المرتفعة والمنخفضة للانبعاثات، حتى يتمكن واضعو نماذج المناخ من التمييز بينها. ومن أكثر ما يلفت النظر إلى ذلك السيناريو الذي يتوقع ارتفاع درجة الحرارة العالمية بمقدار 5 درجاتٍ مئوية -والذي تعرَّض لانتقاداتٍ كثيرة للغاية، ويُعرف باسم «مسار التركيز التمثيلي رقم 8.5»، أو اختصارًا (RCP8.5)- هو أنَّه يوفر لواضعي النماذج مؤشرًا شديد الوضوح. ويعلق موس على ذلك بقوله: "أردنا أن نقدم تفاصيل كافية، حتى يتمكن واضعو النماذج المناخية من أداء عملهم". وفيما يخصُّ تلك السيناريوهات المختلفة، أضاف قائلًا: "لم نقصد أبدًا منحها أي أهميةٍ خاصة".

ومع ذلك، فمع مرور الوقت، اكتسبت هذه المسارات أهميةً كبيرة. ورُغم أنَّ جميع محاذيرها وقيود استخدامها متاحةٌ لمن يعرفون كيفية الوصول إليها، راح كثيرٌ من العلماء -وغيرهم- يستعينون بالمسار رقم 8.5 لتمثيل نسخةٍ من العالم، لا تُتخذ فيها إجراءاتٌ حازمة حيال تغير المناخ.

ويقول جلين بيترز، الباحث في سياسات المناخ بمركز البحوث المناخية الدولية في العاصمة النرويجية أوسلو، الذي شارك في كتابة تعليق نُشِرَ مؤخرًا في دورية *Nature* حول تلك المسألة[6]: "قد يكون استخدام المسار رقم 8.5 مغريًا بشدة، لجملةٍ من الأسباب، لكنَّه يفتقر إلى الواقعية أيضًا. والسؤال هنا هو كيف السبيل إلى الموازنة بين هذه الجوانب من جهة؟ وما هي الطريقة الملائمة لعرض ما يمثله من جهةٍ أخرى؟".

كما يرى روجر بيلكي جونيور -الباحث في السياسات العلمية بجامعة كولورادو بولدر- أنَّ هناك تفشيًا لهذا التوصيف الخاطئ للمسار رقم 8.5 على أنَّه توقُّع لما قد يواجهه العالَم، إذا ما بقيت الأمور على حالها، وتقاعست الحكومات عن تطبيق السياسات المناخية. وأضاف أنَّه حتى المراجعات العلمية المهمة، على غرار التقرير الوطني الأمريكي لتقييم المناخ، اعتمدت هذا المسار كسيناريو أساسي واقعي، يشهد العالم بمقتضاه استمرارًا في تزايد الانبعاثات؛ وهو ما يقود إلى المبالغة في توقعات آثار الاحترار العالمي، وكذلك كلفة التقاعس عن مجابهته.

ومن جهته، دافع ووبلز عن قرار استخدام المسار رقم 8.5 في التقييم الأمريكي[2]، موضحًا أنَّه يشير إلى المسار باعتباره مجرد سيناريو يتوقع انبعاثاتٍ "أكثر"، ويذكر أنَّ معدَّلات الانبعاثات الفعلية كانت منسجمةً مع السيناريو لمدةٍ تراوحت بين 15 و20 عامًا، حتى استقرَّت مستوياتها لبضع سنوات، بدايةً من عام 2014 تقريبًا.

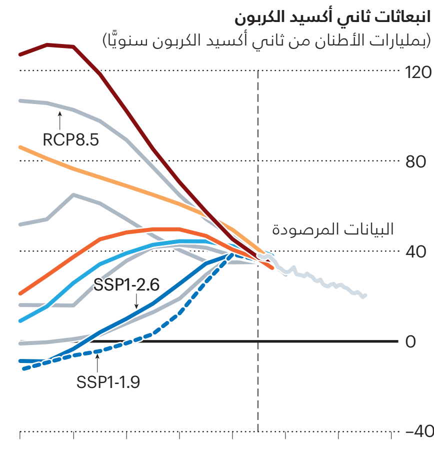
وفضلًا عن ذلك، ترى سيلين جيفارش، الاقتصادية المتخصصة في تغير المناخ بمركز البحوث الدولية في مجالي البيئة والتنمية (CIRED) الواقع في بلدية نوجون سور مارن بفرنسا، أنَّ المسار رقم 8.5 يوفر للعلماء سيناريو مرتفع المخاطر، يفيد في فهم الأخطار الناجمة عن الظروف المناخية القاسية. ويعتقد كثيرٌ من العلماء بأنَّه حتى إذا لم يزِد استهلاك الفحم زيادةً كارثية، لا يعُدُّ أن يحدث احترار عالمي، مقداره خمس درجاتٍ مئوية، مردُّه إلى جملةٍ من العوامل الأخرى، التي تشمل ذوبان التربة الصقيعية.

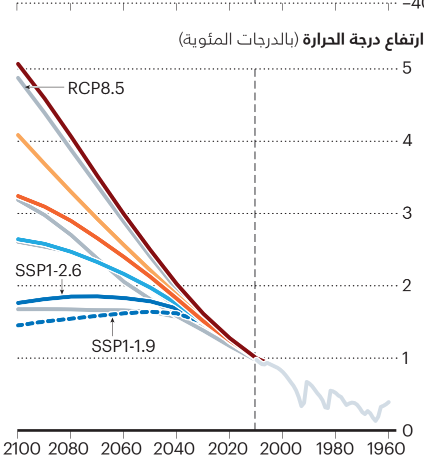
وعلى أثر نشر مسارات التركيز التمثيلية في عام 2010، كان مقرَّرًا إعداد طائفةٍ أخرى من السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية التفصيلية في غضون عامين. وكان يُنتظر أن تشكِّل

نسخٌ مختلفة من المستقبل

وضع الباحثون سيناريوهاتٍ جديدة، أطلقوا عليها مسمى المسارات الاجتماعية الاقتصادية المشتركة (SSPs)، من أجل استكشاف المسارات المختلفة للتنمية، والكيفية التي سوف تغير بها تلك المسارات المناخ. وتأتي هذه السيناريوهات إلحاقًا بمجموعةٍ أخرى أقدم، كانت تُعرف باسم مسارات التركيز التمثيلية (RCPs).

SSP5 — SSP4 — SSP3 — SSP2 — SSP1 — RCPs





SOURCE: ADAPTED FROM FIG. 3, B. C. O'NEILL *ET AL. GEOSCI.MODEL DEV.* **9**, 3461–3482 (2016)

هذه السيناريوهات الأساس الذي تتكئ عليه تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، التي صدرت في عامَي 2013، و2014، وتوصلت إلى أنَّ معدل الاحترار العالمي الذي حدث منذ عام 1950 لم يسبق أن شهده العالَم على مدى فترةٍ تتراوح بين مئات وآلاف السنين. وقد هيأت تلك التقارير الظروف لإبرام اتفاق باريس للمناخ في عام 2015.

إنَّ عملية إعداد تلك السيناريوهات الجديدة، التي عُرفت باسم المسارات الاجتماعية الاقتصادية المشتركة (SSPs)، كانت أصعب بكثير مما كان متوقعًا، واستغرقت وقتًا أطول بكثير؛ ولذا، فلم تُنشَر حتى عام 2015. كما لم تحظَ باهتمامٍ كبير في أبحاث المناخ إلا في الوقت الراهن، حيث تعكف كبرى مراكز النمذجة المناخية حول العالم على إجراء تجاربها لأجل إعداد تقييم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام 2021.

ورغم استناد تلك السيناريوهات الجديدة إلى مسارات التركيز التمثيلية القديمة، فإنَّها تطرح -للمرة الأولى- سردياتٍ تفصيلية عن التطورات المحتملة في العالم (انظر الشكل: «نسخٌ مختلفة من المستقبل»). ويقدم كل سيناريو قصةً شاملة، تتناول الكيفية التي قد يتغير بها العالم، بالإضافة إلى إحصاءات الاتجاهات الديموجرافية الرئيسة في كل بلدٍ من البلدان، مثل عدد السكان، والإنتاجية الاقتصادية، ومستوى التحضر، والتعليم؛ لكي يستخدمها واضعو النماذج في محاكاة الانبعاثات وتأثيراتها على الكوكب.

وقد تعمدت الفِرَق التي وضعت تلك السيناريوهات استبعاد أي سياساتٍ مناخية. وأشارت إبي إلى أنَّ هذا النهج يسمح للعلماء بإجراء تجاربهم الخاصة، واختبار آثار القرارات المختلفة التي تتخذها الحكومات والمجتمعات. وتتيح تلك المرونة لها -كما للباحثين الآخرين في مجال الصحة العامة- أن يقارنوا بين الفوائد الصحية للسياسات المناخية، التي تقلل من انبعاثات الكربون، وتؤدي في الوقت ذاته إلى تنقية الهواء. واستطردت قائلةً: "لم يكن ذلك ممكنًا في الماضي. أما الآن، فإن هذا التطوُّر يتيح لمجتمع باحثي المناخ طرح أسئلةٍ لم نكن نستطيع طرحها من قبل".

طريقٌ وعر

صحيحٌ أنَّه لم تمضِ إلا سنواتٌ معدودة على طرح سيناريوهات المسارات الاجتماعية الاقتصادية المشتركة، إلا أنَّ العالَم قد شهد تغيرًا كبيرًا منذ ذلك الحين، حيث إنَّ تلك السيناريوهات وُضعت قبل الاضطراب السياسي الذي وقع خلال عام 2016، حين صوتت المملكة المتحدة بالموافقة على الخروج من الاتحاد الأوروبي (البريكست)، وانتخبت الولايات المتحدة رئيسها دونالد ترامب، الذي وعد بتغليب مصلحة بلده، والانسحاب من اتفاق باريس للمناخ، بيد أنَّ الفِرَق التي أعدت تلك السيناريوهات تخيلت مسارًا يُشبه -إلى حدٍّ بعيد- ذلك الذي تسلكه الولايات المتحدة وغيرها من القوى الكبرى، إذ يتنبَّأ سيناريو المسار الثالث منها (SSP3) -الذي يُسمى بمسار «التنافس الإقليمي والطريق الوعر»- بعودة النزعة القومية.

كما يُتوقع أن تُفضِي المخاوف المتعلقة بالتنافسية الاقتصادية والأمن إلى اندلاع حروبٍ تجارية، وأن تسهم مساعي الدول الرامية إلى تأمين إمدادات الطاقة والغذاء -بمرور الزمن- في إحباط جهود التنمية العالمية، بل وأن تتراجع الاستثمارات في مجالَي التعليم، والتكنولوجيا. في عالمٍ كهذا، سيصعب الحدُّ من انبعاثات غازات الدفيئة، ولن يكون من السهل التكيف مع تغير المناخ. وفي ظل هذا السيناريو، من المتوقع أن يرتفع متوسط درجة الحرارة العالمية بأكثر من 4 درجات مئوية عن مستويات ما قبل الثورة الصناعية.

وترى إبي أنَّ هذا يُعَد بمثابة درسٍ في فضيلة التواضع؛ فالسيناريو الذي بدا في بادئ الأمر خارجًا عن حدود المنطق، إذا به الآن يقترب من الحقيقة. وأردفت قائلةً: "عندما شرعنا في العمل على هذه السيناريوهات، لم يكن شعار "أمريكا أولًا" تتردد أصداؤه في الأجواء، ولم تكن بريطانيا قد غادرت الاتحاد الأوروبي، كما لم تكن ثمة حروب تجارية بين الولايات المتحدة، والصين. قد تكون هذه السيناريوهات مزعجة، لكن لا بدَّ من أن يكون لديك هذا النوع من المسارات.. فإننا لا نعرف ما سوف يكون عليه المستقبل".

جيف توليفسون مراسل دورية *Nature* في نيويورك.

1. O'Neill, B. C. *et al. Glob. Environ. Change* **42**, 169–180 (2017).
2. US Global Change Research Program. *Fourth National Climate Assessment, Vols I–II* (US Global Change Research Program, 2017–18).
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment* [IPCC First Assessment Report] (Cambridge Univ. Press, 1990).
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014).
5. Moss, R. H. *et al. Nature* **463**, 747–756 (2010).
6. Hausfather, Z. & Peters, G. P. *Nature* **577**, 618–620 (2020).

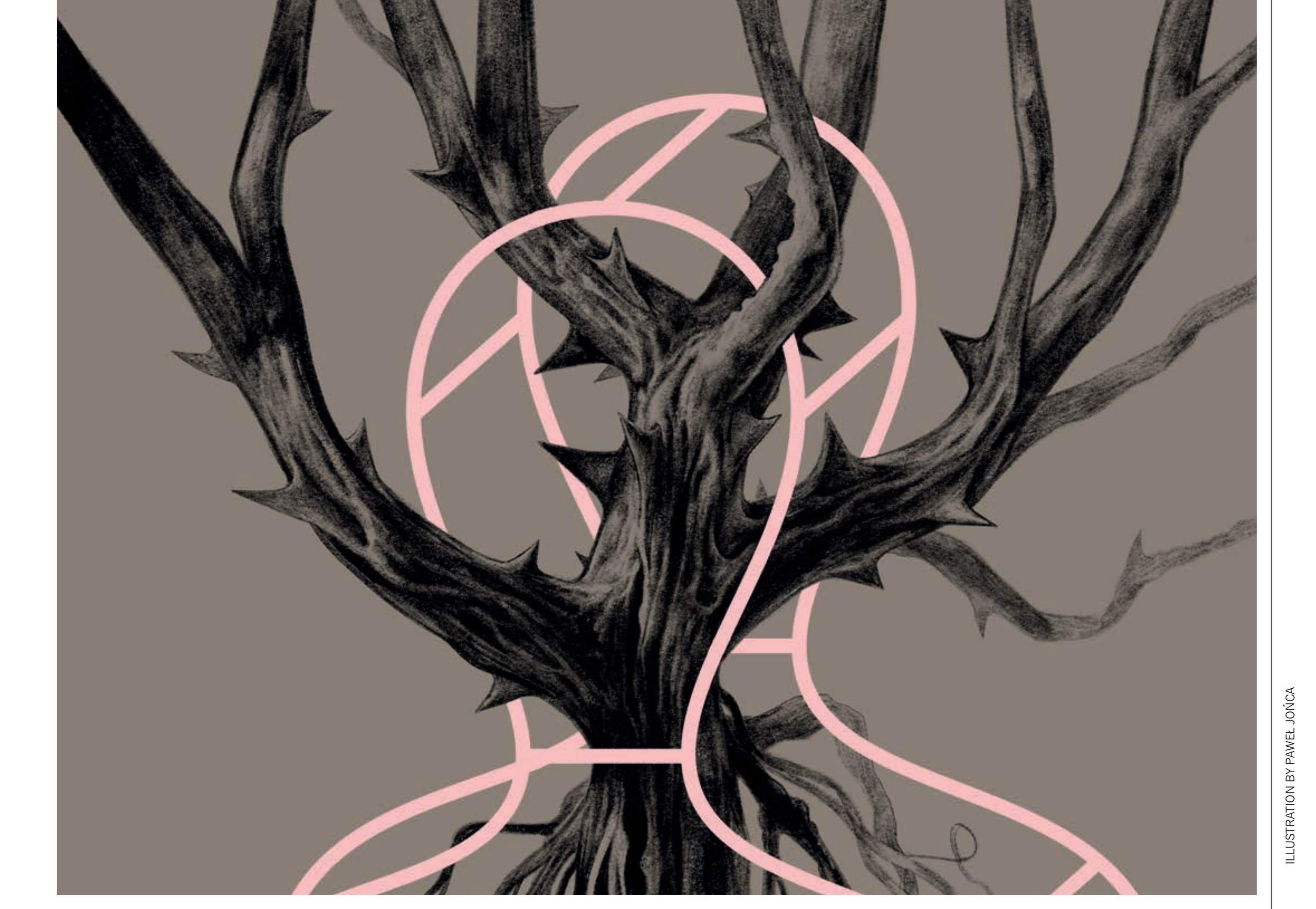


ILLUSTRATION BY PAWEŁ JOŃCA

جذور الأمراض العقلية

هناك اعتقادٌ سائد بأنَّ الأمراض النفسية منفصلةٌ عن بعضها البعض، لكنَّ الباحثين بدأوا يكشفون غموض العوامل البيولوجية المشتركة التي تربط بينها. **بقلم مايكل مارشال**

في عام 2018، كان الطبيب النفسي أوليجير بلانا ريبول يسعى جاهدًا لفهم حقيقة محيرة تتعلق بالاضطرابات العقلية، إذ وعى أنَّ كثيرًا من الأشخاص يعانون أمراضًا عقلية متعددة في الوقت ذاته، منها -على سبيل المثال- القلق، والاكتئاب، أو الفصام والاضطراب ثنائي القطب. وأراد أن يعرف مدى شيوع تشخيص إصابة المرضى بأكثر من مرضٍ عقلي في آنٍ واحد. ولهذا الغرض تمكن من الحصول على قاعدة بيانات، تحتوي على البيانات الطبية لما يقترب من 5.9 مليون مواطن دنماركي.

وقد أدهشه ما اكتشفه في تلك البيانات، إذ وجد أنَّ كل اضطرابٍ عقلي يُصاب به المريض يجعله عرضةً للإصابة بجميع الاضطرابات الأخرى، بغض النظر عن مدى اختلاف أعراضها[1]. وعن ذلك يقول بلانا ريبول، الذي يعمل في جامعة آرهوس بالدنمارك: "كنا نعلم أنَّ تزامن الأمراض مع بعضها البعض هو مسالةٌ مهمة، لكنَّنا لم نتوقع أن نكتشف علاقات ارتباط بين كل زوجٍ من تلك الأمراض".

تتناول دراسة بلانا ريبول سؤالًا أساسيًّا حيَّر الباحثين لأكثر من قرن، يتعلق بماهية جذور الأمراض العقلية.

وأملًا في العثور على إجابةٍ لذلك السؤال، جمع العلماء كميةً هائلة من البيانات على مدار العقد الماضي، من خلال دراساتٍ على الجينات، والنشاط الدماغي، وتشريح الجهاز العصبي. ووجدوا أدلةً على أنَّ كثيرًا من الجينات يسبب الواحد منها ما يبدو لنا اضطراباتٍ مختلفة عن بعضها البعض، كالفصام والتوحد، وأنَّ التغيُّرات التي تطرأ على أنظمة اتخاذ القرار بالدماغ يمكن أن تلعب دورًا في الإصابة بالعديد من الأمراض العقلية.

ويعكف الباحثون حاليًّا أيضًا على إعادة النظر بصورةٍ جذرية في تلك النظريات التي تفسر كيفية حدوث الخلل بأدمغتنا. فقد ثبت -إلى حد كبير- خطأ الفكرة القائلة إنَّ الأمراض العقلية يمكن تصنيفها إلى فئاتٍ منفصلة ومختلفة، مثل «القلق»، أو «الذهان».. فعلى العكس.. تتداخل الاضطرابات مع بعضها بعضًا، وليست هناك حدودٌ واضحة تفصل بينها، كما يتجلى بوضوح شديد في دراسة بلانا ريبول.

والآن، يحاول الباحثون فهم العوامل البيولوجية التي تسبب هذه المجموعة الواسعة من الأمراض العقلية المختلفة. ولديهم بالفعل بعض النظريات حول هذه المسألة، أحدها أنَّه قد تكون هناك أبعاد عدة للأمراض العقلية. واعتمادًا على مدى اتفاق حالة الإنسان مع كل بُعدٍ منها، ربما يكون أكثر عُرضةً للإصابة ببعض الاضطرابات، مقارنةً بغيرها. وهناك نظريةٌ بديلة، لكنَّها أكثر تطرفًا، مفادها أنَّ هناك عاملًا واحدًا يجعل الناس عُرضةً للإصابة بالأمراض العقلية عمومًا، وأنَّ هناك عوامل أخرى تحدد لاحقًا الاضطرابات التي سيعانونها. وينظر الباحثون إلى كلتا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفكرتين بجدية، رغم أنَّ فكرة الأبعاد المتعددة للأمراض العقلية تحظى بقدرٍ أكبر من القبول.

وبينما ما زالت تفاصيل تلك المسألة غامضةً، يتفق معظم الأطباء النفسيين على أنَّ فكرةً واحدة قد باتت واضحة، وهي فشل النظام القديم لتصنيف الاضطرابات العقلية ضمن قوالب محددة. ويأمل هؤلاء أيضًا في أن يؤدي إحلال إطار عمل قائم على العوامل البيولوجية محل إطار العمل القديم ذاك إلى ابتكار عقاقير وعلاجاتٍ جديدة على المدى البعيد. يهدف الباحثون -على سبيل المثال- إلى كشف كل من الجينات الرئيسة، ومناطق الدماغ، والعمليات العصبية التي تسهم في الإصابة بالأمراض النفسية، بالإضافة إلى استهداف تلك العوامل بالعلاجات. ورغم أنَّ تحقيق ذلك قد يستغرق بعض الوقت، يقول ستيفن هيمان -الباحث بمعهد برود، التابع لكل من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وجامعة هارفارد في مدينة كامبريدج بولاية ماساتشوستس الأمريكية- إنَّه "متفائل بما سيؤول إليه الوضع على المدى الطويل، بشرط أن يؤدي مجال الطب النفسي واجبه حقًّا".

مجموعة متنوعة من الاضطرابات

التحدي الأكثر إلحاحًا في تلك المسألة هو التوصل إلى طريقةٍ لتشخيص المرضى. فمنذ خمسينيات القرن الماضي، يستخدم الأطباء النفسيون مرجعًا شاملًا يُسمَّى الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية (DSM)، الذي صدرت منه حتى الآن خمس طبعات. ويسرد الدليل جميع الاضطرابات المعروفة، من التوحد والوسواس القهري إلى الاكتئاب والقلق والفصام، مع تحديد أعراض كل منها. والفرضية الأساسية التي ينبني عليها هو أن كل اضطراب يختلف عن غيره، وينتج عن أسباب مختلفة.

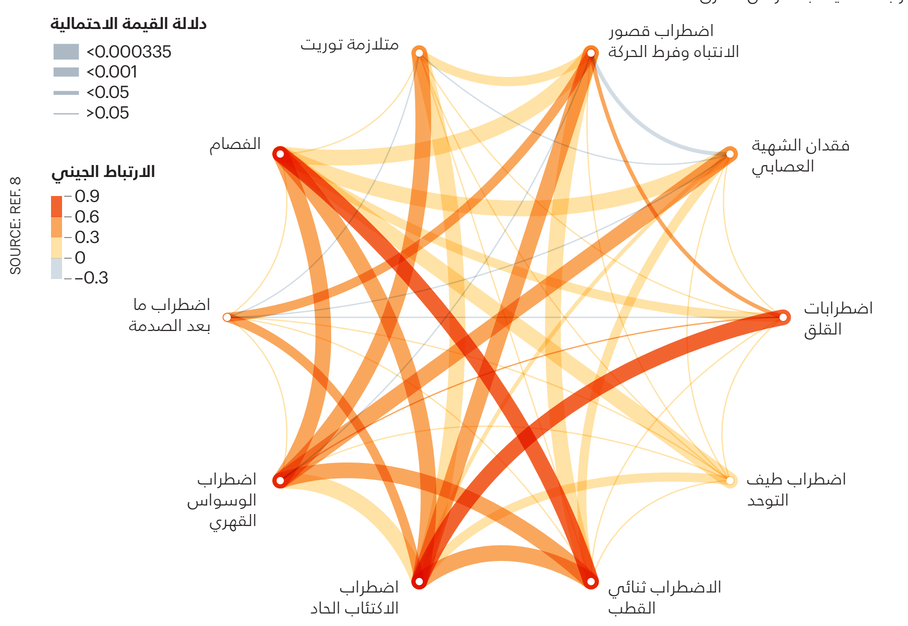
ومع ذلك، فحتى قبل نشر الطبعة الخامسة من الدليل في عام 2013، حاجج عديدٌ من الباحثين بأنَّ نهجه معيب. وعن ذلك.. يقول هيمان، الذي أسهم في وضع مسودة الطبعة الخامسة من الدليل: "لعل أي طبيبٍ إكلينيكي كان ليخبرك بأنَّ المرضى لم يقرأوا الدليل، وأنَّ حالاتهم لا تتفق مع ما ورد فيه"، إذ إنَّ قليلًا من المرضى تتفق حالاتهم مع أيٍّ من مجموعات المعايير العامة التي يذكرها الدليل. وبدلًا من ذلك.. يُظهِر المرضى -في كثيرٍ من الأحيان- مزيجًا من أعراضٍ تخصّ اضطراباتٍ مختلفة. وحتى إذا شُخِّصت حالة مريضٍ بوضوحٍ كافٍ على أنَّه مصابٌ بالاكتئاب، على سبيل المثال، ففي كثيرٍ من الأحيان تبدو على هذا المريض أعراض اضطرابٍ آخر، مثل القلق. وعن ذلك.. يقول تيد ساترثوايت، المتخصص في الأمراض النفسية والعصبية بجامعة بنسلفانيا في ولاية فيلادلفيا الأمريكية: "إذا كنتَ مصابًا باضطرابٍ ما، فمن المرجح بشدة أن تكون مصابًا في الوقت نفسه باضطرابٍ آخر".

يعني هذا أنَّ النهج الذي اتبعه الأطباء الإكلينيكيون لتصنيف الاضطرابات العقلية هو نهجٌ خاطئ. وقد حاول الأطباء النفسيون حل هذه المعضلة بتقسيم الاضطرابات إلى أنواع فرعية، بينها اختلافات أكثر دقة. ويقول ساترثوايت موضحًا: "إذا نظرتَ إلى تطور الدليل بمرور الوقت، فإنَّه يزداد ضخامةً أكثر فأكثر"، لكنَّ المشكلة لم تُحَل بعد، فتلك الأنواع الفرعية من الاضطرابات ما زالت لا تعكس بدقة مجموعات الأعراض التي يعانيها كثيرٌ من المرضى.

ونتيجةً لذلك.. فإنَّ المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية، الذي يُعَد أكبر الجهات الممولة لدراسات الصحة العقلية في العالم، غيَّر طريقة تمويله للأبحاث العلمية. فبدايةً من عام 2011، بدأ المعهد يطالب بمزيدٍ من الدراسات التي تتناول الأسس البيولوجية للاضطرابات العقلية، بدلًا من أعراضها، وذلك في إطار برنامجٍ يُعرف

الخريطة العقلية

يبدو أنَّ هناك تغيرات جينية متماثلة تسبب عددًا من الاضطرابات النفسية. ففي دراسةٍ أُجريت على 200 ألف شخص[8]، وُجِد أنَّ الفصام يرتبط ارتباطًا كبيرًا بمعظم الاضطرابات الأخرى. وعلى النقيض من ذلك.. لم يُظهِر بعض الاضطرابات -مثل اضطراب ما بعد الصدمة- سوى ارتباط ضعيف بالأمراض الأخرى.



باسم برنامج «معايير النطاق البحثي» Research Domain Criteria. ومنذ ذلك الحين، زاد عدد الأبحاث التي تتناول الأسس البيولوجية للأمراض النفسية ازديادًا هائلًا، وركزت الدراسات والبحوث على الجينات والتشريح العصبي، إضافةً إلى مجالاتٍ أخرى، لكنْ إذا كان الباحثون يأملون في كشف غموض الأمراض النفسية، فما زال أمامهم طريقٌ طويل، لأنَّ أهم ما توصلوا إليه حتى الآن يتلخص في مدى تعقيد تلك الأمراض في الواقع.

مجموعاتٌ مثيرة للجدل من الأعراض

من الناحية الإكلينيكية، فإنَّ الشواهد على وجود أعراضٍ مشتركة بين الاضطرابات، أو على أنَّ الناس كثيرًا ما يكونون مصابين بأكثر من اضطرابٍ نفسي واحد، صارت أقوى بلا شك. ولهذا السبب.. رغم إمكانية تشخيص الأعراض المفردة على نحو موثوق، مثل تغيرات المزاج، أو قصور التفكير المنطقي، فمن الصعب تصنيف المصابين بهذه الأعراض وفق تصنيفاتٍ عامة، مثل الإصابة بـ«الاضطراب ثنائي القطب».

وحتى الاضطرابات التي تبدو منفصلةً عن بعضها البعض توجد بينها علاقات ارتباط. وعلى سبيل المثال.. في عام 2008، اكتشفت عالمة الجينات أنجيليكا رونالد -التي كانت تعمل آنذاك في معهد الطب النفسي بجامعة كنيجز كوليدج في لندن- وزملاؤها أنَّ هناك تداخلًا بين كل من اضطراب التوحد، واضطراب قصور الانتباه وفرط الحركة (ADHD). وتقول رونالد عن ذلك: "حينها، لم يكن مسموحًا بتشخيص إصابتك بكلا الاضطرابين"، وكان ذلك بسبب قاعدة مذكورة في طبعةٍ سابقة من الدليل التشخيصي والإحصائي للأمراض العقلية، لكنَّ رونالد وفريقها اكتشفوا ارتباطًا وثيقًا بين سمات الاضطرابين، وأنَّ هذه السمات تتحكم فيها -جزئيًّا- عوامل جينية[2].

وإضافةً إلى ذلك، يبدو أنَّ هناك مجموعات من الأعراض تتجاوز الحدود الفاصلة بين الاضطرابات، إذ فحصت دراسةٌ[3] أُجريت خلال عام 2018 مرضى شُخِّصت إصاباتهم إما باكتئابٍ حاد، أو اضطراب الهلع، أو اضطراب ما بعد الصدمة (PTSD). وقُيِّمت حالة المتطوعين في الدراسة بناءً على الأعراض التي يعانونها، وعلى أدائهم الإدراكي، ونشاطهم الدماغي. ووجد الباحثون أنَّ المشاركين يمكن

تقسيمهم إلى ست مجموعات، تتسم بحالات مزاجية مختلفة، مثل "التوتر"، و"السوداوية". وتتجاوز هذه المجموعات الحدود الفاصلة بين فئات الاضطرابات النفسية الثلاث سالفة الذكر، كما لو لم تكن هناك حدودٌ فاصلة بين هذه الأمراض من الأساس.

ويتفق الكثيرون الآن على خطأ تلك الفئات التشخيصية المختلفة. وبما أنَّ تشخيص تلك الفئات له أساسٌ بيولوجي يوجهه، فإنَّ السؤال المطروح حاليًّا يتعلق بالنهج البديل الذي ينبغي أن يستند إليه تشخيص الأمراض النفسية وعلاجها.

أبعادٌ متعددة

أحد النماذج البارزة المقترحة لهذا النهج هي فكرة وجود عددٍ من السمات أو "الأبعاد" النفسية العصبية، التي تختلف من شخصٍ إلى آخر. وتُحدِّد كل سمةٍ منها قابلية الإنسان للإصابة بأنواع معينة من الاضطرابات. وعلى سبيل المثال.. قد يكون شخصٌ ما عرضةً للإصابة باضطرابات المزاج، مثل القلق، لكنَّه ليس عُرضةً للإصابة باضطرابات التفكير، مثل الفصام. وهذا يشبه الطريقة التي يفكر بها علماء النفس في أنواع الشخصيات. ففي واحدٍ من نماذجهم، هناك خمس سماتٍ للشخصية تصف معظم التباين بين شخصياتنا، منها -على سبيل المثال- يقظة الضمير، والعصابية.

ويحاول بالفعل بعض الأطباء النفسيين وضْع تصورٍ جديد لمجالهم، مع أخذ فكرة الأبعاد هذه في الاعتبار. ففي أوائل العقد الثاني من القرن الحالي، كانت هناك جهودٌ لحذف فئات الاضطرابات من الطبعة الخامسة من الدليل التشخيصي والإحصائي للأمراض العقلية، وإحلال نهج مبنٍ على فكرة الأبعاد محلها، يستند إلى الأعراض المفردة، لكنَّ تلك المحاولة أخفقت، ويعود ذلك جزئيًّا إلى أنَّ رعاية المرضى، وتمويل خدمات الرعاية الصحية يستندان إلى فئات الاضطرابات المذكورة في الدليل. ورغم ذلك.. فقد اتجهت أدلةٌ أخرى إلى استخدام نهج الأبعاد. ففي عام 2019، أقر مجلس الصحة العالمي التصنيف الدولي الأخير للأمراض (ICD-11)، الذي قُسِّمَ فيه بعض الأمراض النفسية من جديد باستخدام الأعراض التي تنتمي إلى أبعادٍ مختلفة، بدلًا من الفئات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وتواجه فرضية الأبعاد هذه تحديًا واضحًا، يتعلق بتحديد عددها، وماهيّتها. ويصف ساترثوايت هذا التحدي بأنَّه "معضلةٌ كبيرة للغاية".

وفيما يتعلق بهذا، هناك نظريةٌ شائعة[4] أيَّدَتها دراسات عديدة على مدار العقد الماضي، تدعم وجود بُعْدين فقط. يشمل الأول جميع الاضطرابات «المُوجَّهة نحو الداخل»، مثل الاكتئاب، الذي تؤثر فيه الأعراض الأساسية على الحالة الداخلية للإنسان. ويقابله بُعْد الاضطرابات «المُوجَّهة نحو الخارج»، مثل فرط النشاط، واضطراب السلوك المُعَادِي للمجتمع، اللذين تتأثر فيهما استجابات الشخص للعالم الخارجي. وإذا شُخِّصَت أعراض شخص ما باضطرابين أو أكثر، تشير الدراسات إلى أنَّهما سيكونان من النوع نفسه على الأرجح.

لكنَّ الدراسات التي تتضمن كمياتٍ كبيرة من بيانات التصوير الدماغي، وتَستخدِم تقنيات تعلُّم الآلة، توصلت إلى نتائج مختلفة، وحدث ذلك حتى في تلك الدراسات التي يجريها المختبر نفسه. وعلى سبيل المثال.. في العام الماضي، نشر ساترثوايت ومجموعته دراسةً[5] ضَمَّت 1141 شابًّا يعانون أعراضًا مُوجَّهة إلى الداخل، ووجدوا فيها أنَّه يمكن تقسيمهم إلى مجموعتين، استنادًا إلى بِنْية الدماغ، ووظائفه. وفي عام 2018، قاد ساترثوايت دراسةً مماثِلة[6]، كشف من خلالها أربعة أبعاد، يرتبط كلٌّ منها بنمطٍ مختلف من الروابط الدماغية.

ويقول هيمان إنَّه في النهاية يمكن أن تحتوي طبعةٌ مستقبلية من الدليل التشخيصي والإحصائي للأمراض العقلية على فصولٍ مخصصة لكل بُعد، تسرد الاضطرابات المنتمية إليه، وأعراضها، وأي مؤشراتٍ حيوية استُدل عليها من أسسه الفسيولوجية والجينية. ويمكن في تلك الحالة أن يختلف تشخيص حالتين تعانيان أعراضًا متشابهة، لكن لديهما مجموعاتٌ مختلفة من الطفرات، أو التغيرات التشريحية العصبية، وأنْ تُعالَجا بطرقٍ مختلفة.

في الجينات

إحدى الركائز التي يعتمد عليها هذا النهج المستقبلي هي تحسين فهْمنا للأسس الجينية للأمراض العقلية. وفي العقد الماضي، صارت الدراسات التي تتناول تلك المسألة كبيرةً بما يكفي للخروج باستنتاجاتٍ مُحكمة.

تكشف الدراسات أنَّه ليس هناك جينٌ يسهم بمفرده إسهامًا كبيرًا في زيادة احتمالية الإصابة بمرضٍ نفسي ما، بل إنَّ هناك مئات الجينات، لكل منها تأثير صغير، إذ وجدت دراسةٌ[7] أُجريت في عام 2009 أنَّ هناك آلافًا من التغيرات الجينية تعزز قابلية الإصابة بمرض الفصام. وكان كثيرٌ من تلك التغيرات مرتبطًا أيضًا بالاضطراب ثنائي القطب، وهو ما يشير إلى أنَّ بعض الجينات يسهم في الإصابة بكلا الاضطرابين.

لا يعني ذلك أنَّ الجينات نفسها ضالعةٌ في جميع اضطرابات الدماغ، بل إنَّ الأمر أبعد ما يكون عن ذلك. ففي عام 2018، اكتشف فريقٌ بحثي يقوده كلٌّ من بنجامين نيل، عالِم الجينات بمستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، وأيدن كورفن، أستاذ الطب النفسي بكلية ترينيتي في دبلن، أنَّ الاضطرابات العصبية -مثل الصرع، والتصلب المتعدد- تختلف من الناحية الجينية عن الاضطرابات النفسية، مثل الفصام، والاكتئاب[8] (انظر شكل «الخريطة العقلية»).

بحثت هذه الدراسات جميعها في التغيرات الجينية الشائعة، التي تُعَد الأسهل في كشْفها، لكنَّ بعض الدراسات الحديثة ركّز -بدلًا من ذلك- على تغيراتٍ نادرة للغاية، تشير بالفعل إلى وجود اختلافاتٍ جينية بين الاضطرابات، إذ وجدت دراسةٌ أُجريت على أكثر من 12 ألف شخص[9] أنَّ المصابين بالفصام لديهم معدل مرتفع للغاية من الطفرات شديدة الندرة، وأنَّ تلك الطفرات كانت تختلف من فردٍ إلى آخر في كثيرٍ من الأحيان.

والنتيجة هي حالةٌ من الفوضى، إذ من الصعب في تلك الحالة توقُّع عوامل الخطر المشتركة بين الأمراض. وعن ذلك، يقول نيل: "بعض تلك العوامل مشترَك على نطاقٍ واسع بعض الشيء بين الأمراض النفسية، في حين بعضها يخص بدرجة أكبر نوعًا واحدًا من الأمراض النفسية، أو بضعًا منها".

العامل (بي)

طَرَحَ بعض الأطباء النفسيين فرضيةً متطرفة، يأملون في أن تتيح لهم فهْم حالة الفوضى هذه، إذ رأوا أنَّه إذا كانت الاضطرابات تشترك في الأعراض، أو تتزامن مع بعضها، وإذا كان كثيرٌ من الجينات يُسهم في الإصابة باضطراباتٍ متعددة، فربما يكون هناك عاملٌ واحد يجعل الناس عرضةً للإصابة بالأمراض النفسية.

"إذا كنتَ مصابًا باضطرابٍ ما، فمِن المرجح بشدة أن تكون مصابًا في الوقت نفسه باضطرابٍ آخر".

اقترح تلك الفكرة للمرة الأولى في عام 2012 بنجامين لايهي، المتخصص في الصحة العامة بجامعة شيكاجو في ولاية إلينوي الأمريكية[10]. درس لايهي وزملاؤه أعراض 11 اضطرابًا، واستعانوا بعلم الإحصاء، لبحث ما إذا كان النمط الناتج يمكن تفسيره بوجود ثلاثة أبعادٍ مختلفة للأمراض النفسية، أم أن وجود مَيْل "عام" للإصابة بالأمراض النفسية إلى جانب تلك الأبعاد الثلاثة معًا يقدم تفسيرًا أدق. ووجدوا أنَّ النموذج الإحصائي يقدم نتائج أفضل عند تضمين عامل الميل العام.

وفي العام التالي، حظيت الفرضية بمزيدٍ من الدعم من الزوجين؛ أفشالوم كاسبي، وتيري موفيت، عالِمَي النفس بجامعة ديوك في مدينة دورهام بولاية كارولينا الشمالية، وأطلقا عليها كذلك اسمًا جذَّابًا، إذ استخدم الباحثان بياناتٍ خاصة بدراسةٍ طويلة الأمد، شملت 1037 شخصًا، ووجدا أنَّه يمكن تفسير معظم التباين في الأعراض بعاملٍ واحد فقط[11]. وأطلق كلٌّ من كاسبي، وموفيت على هذا العامل اسم "العامل (بي)". ومنذ عام 2013، توصلت دراساتٌ متعددة إلى تلك النتيجة الجوهرية نفسها.

وأوضح كاسبي، وموفيت أنَّ "العامل (بي)" لا يمكن أن يفسر كل ما يتعلق بالأمراض النفسية، ولم يطرحا أي فرضياتٍ بشأن أسسه البيولوجية، لكنْ توقعا فقط أنَّ هناك مجموعةً من الجينات، ربما تكون سببًا في وجوده. ومن جهة أخرى.. اقترح باحثون آخرون أنَّ هذا العامل هو ميلٌ عام للإصابة بالأمراض النفسية، لكنَّهم أضافوا أنَّ هناك عوامل أخرى، مثل التجارب الضاغطة، أو تغيراتٍ جينية ما، تدفع الشخص ليعاني أعراضًا مختلفة[12]. وإذا صح ذلك الافتراض، فإنَّه يشير إلى أمرٍ مذهل، هو احتمالية وجود عاملٍ واحد يمكن استهدافه لعلاج الاضطرابات النفسية.

وهناك بالفعل مؤشراتٌ على أنَّ العلاجات المُعمَّمة للأمراض النفسية يمكن أن تتسم بالفعالية ذاتها التي تميز العلاجات الموجَّهة، إذ قَسَّمت دراسةٌ[13] أُجريت خلال عام 2017 عددًا من المرضى المصابين باضطرابات القلق -مثل اضطراب الهلع، أو اضطراب الوسواس القهري- عشوائيًّا على مجموعاتٍ مختلفة، لتلقِّي إما علاج خاص بالاضطراب الذي يعانونه، أو علاج عام. وقد كان نوعا العلاج فعَّالَيْن بالقدر ذاته.

وتتمثل الخطوة الأولى نحو تطوير علاجاتٍ قائمة على "العامل (بي)" في اكتشاف أساسٍ فسيولوجي له، لكنَّ الباحثين لم يلحظوا إشاراتٍ على وجوده في البيانات الجينية، وبيانات التشريح العصبي، سوى في السنوات القليلة الماضية. فعلى سبيل المثال.. كشفت دراسةٌ[14] تتناول الأسس الجينية للأمراض النفسية في مجموعة من المرضى بالمملكة المتحدة "صورةً جينية من ذلك العامل"، تتمثل في مجموعةٍ من الجينات، بها تغيراتٌ أسهمت في زيادة احتمالية الإصابة بالأمراض النفسية.

وفي الوقت نفسه، بحثت فِرَق بحثية أخرى عن تغييرٍ تشريحي عصبي يحدث في أمراضٍ نفسية متعددة. وكانت النتائج مثيرةٌ للاهتمام، لكنَّها متناقضة، إذ وجدت دراسةٌ[15] تناولت ستة أمراضٍ نفسية أنَّ المادة الرمادية في الدماغ قد انكمش حجمها في ثلاث مناطق تسهم في معالجة المشاعر، هي: الجزء الظهراني من القشرة الحزامية الأمامية، والجزءان الأيمن والأيسر من القشرة الجزيرية، لكنَّ الدراسات اللاحقة التي أجرتها أدريان رومر، المتخصصة في علم النفس الإكلينيكي، التي تعمل حاليًّا في كل من كلية الطب بجامعة هارفارد، ومستشفى ماكلين في مدينة بلمونت بولاية ماساتشوستس، حددت ثلاث مناطق مختلفة تمامًا، تؤدي وظائف تشمل إدارة الحركات والوظائف الجسدية الأساسية[16]، ألا وهي جسر فارول، والمخيخ، وجزء من القشرة الدماغية. وربما يكون أحد مفاتيح فهْم ذلك التناقض هو التركيز على الوظيفة التنفيذية للدماغ، أي قدرته على تنظيم السلوك، عن طريق التخطيط، والانتباه، ومقاومة الرغبات، وهو ما يعتمد على عديدٍ من مناطق الدماغ. وقد وجد كلٌّ من رومر وساترثوايت في دراساتٍ منفصلة اختلالاتٍ في الوظائف التنفيذية للدماغ في مجموعةٍ مختلفة من الأمراض النفسية[17،18]، وأثار ذلك شكوكهما في أنَّ هذه الاختلالات يمكن أن تكون أساس "العامل (بي)".

ويتفق معظم العلماء على أنَّ ما نحتاج إليه هو مزيدٌ من البيانات، وما يزال الكثيرون غير مقتنعين بهذه التفسيرات البسيطة. يقول نيل: "لستُ واثقًا تمامًا مِن أن هذا هو ما سنكتشفه في النهاية". ويضيف أنَّه على المستوى الجيني -على الأقل- هناك كثير من الاضطرابات التي ما زالت غير مفهومة بوضوح، مثل اضطراب ما بعد الصدمة، واضطراب القلق العام.

ويرى هيمان أنَّ جميع هذه الفرضيات العامة سابقة لأوانها، ويضيف قائلًا: "أعتقد أنَّ الوقت قد حان لقَدْرٍ أكبر من البحوث التجريبية، بدلًا من هذه التنظيرات العامة".

مايكل مارشال كاتب مستقل، يقيم في مدينة ديفون بالمملكة المتحدة.

1. Plana-Ripoll, O. *et al. JAMA Psychiatry* **76**, 259–270 (2019).
2. Ronald, A., Simonoff, E., Kuntsi, J., Asherson, P. & Plomin, R. *J. Child Psychol. Psychiatry* **49**, 535–542 (2008).
3. Grisanzio, K. A. *et al. JAMA Psychiatry* **75**, 201–209 (2018).
4. Krueger, R. F. & Eaton, N. R. *World Psychiatry* **14**, 27–29 (2015).
5. Kaczkurkin, A. N. *et al. Biol. Psychiatry* **87**, 473–482 (2020).
6. Xia, C. H. *et al. Nature Commun.* **9**, 3003 (2018).
7. The International Schizophrenia Consortium. *Nature* **460**, 748–752 (2009).
8. The Brainstorm Consortium *et al. Science* **360**, eaap8757 (2018).
9. Genovese, G. *et al. Nature Neurosci.* **19**, 1433–1441 (2016).
10. Lahey, B. B. *et al. J. Abnorm. Psychol.* **121**, 971–977 (2012).
11. Caspi, A. *et al. Clin. Psychol. Sci.* **2**, 119–137 (2014).
12. Lahey, B. B., Krueger, R. F., Rathouz, P. J., Waldman, I. D. & Zald, D. H. *Psychol. Bull.* **143**, 142–186 (2017).
13. Barlow, D. H. *et al. JAMA Psychiatry* **74**, 875–884 (2017).
14. Selzam, S., Coleman, J. R. I., Caspi, A., Moffitt, T. E. & Plomin, R. *Transl. Psychiatry* **8**, 205 (2018).
15. Goodkind, M. *et al. JAMA Psychiatry* **72**, 305–315 (2015).
16. Romer, A. L. *et al. Mol. Psychiatry* **23**, 1084–1090 (2017).
17. Elliott, M. L. *et al. Biol. Psychiatry* **84**, 452–459 (2018).
18. Shanmugan, S. *et al. Am. J. Psychiatry* **173**, 517–526 (2016).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نورا فولكو.. عالمة تحارب أزمة الإدمان

ترأس نورا فولكو أكبر جهةٍ ممولة لأبحاث الإدمان في العالم، وتواجه حاليًّا الاختبار الأصعب في أزمة إدمان المواد الأفيونية. **بقلم إيميليانو رودريجيز ميجا**

في ليلة جمعة باردة من شهر فبراير عام 1995، استقلت باحثة الإدمان نورا فولكو وزوجها سيارتهما، بعد قضاء يومٍ طويل في مختبر بروكهايفن الوطني بمدينة أبتون في ولاية نيويورك الأمريكية. كان الجليد قد غطى الأشجار والطرق، وهو ما أضفى عليها بريقًا لامعًا. وأثناء سيرهما بالسيارة إلى أسفل منحدرٍ ما، بدأت الإطارات في الانزلاق، وخرجت السيارة عن السيطرة. وقبل أن تصطدم بالباب المجاور لفولكو سيارةٌ كانت قادمة باتجاههما، انحنت لتحمي نفسها.

انغرست في جسدها قطعةٌ من المعدن، وكانت تشعر بآلامٍ مبرحة مستمرة، لكن رجال الإطفاء وصلوا أخيرًا لإخراجها من السيارة، ثم هرعت بها سيارة إسعاف إلى أقرب قسمٍ للطوارئ بمستشفى، حيث أعطاها طبيبٌ عقار «ديميرول» Demerol، وهو مسكّن أفيوني قوي شبيه بالمورفين، يتسم بقدرةٍ كبيرة على التسبب في الإدمان، ويُعرف أيضًا باسم «البيثيدين» Pethidine.

ورغم أنَّ فولكو كانت قد قضت ساعاتٍ لا تُحصى في التحدث مع المدمنين، وقرأت مئات الأوراق البحثية عن آليات سوء استخدام العقاقير، إلا أنّ كل ذلك لم يهيئها لما كان ينتظرها.

تقول فولكو عن تجربة تلَقِّي العقار: "كان الأمر مذهلًا، وقد انتابني شعور رائع"، إذ مرت بلحظاتٍ من النشوة، لا يمكن تشبيهها -على حد تعبيرها- إلا بمتعةٍ جنسية طويلة الأجل، وقد طغت تلك النشوة على جميع المشاعر الأخرى. وظلت فولكو تتناول هذا الدواء لبضعة أيامٍ أخرى، وعادت إلى منزلها ومعها كميةٌ منه، لكنَّها قررت ألا تتناوله مجددًا، إذ تخوفت من ذلك، لعلمها أنّ عديدًا من مرضاها لم يتمكنوا من التوقف عن تعاطي مثل هذه الأدوية، وقررت تحمُّل الألم، دون مساعدة أي عقاقير.

وفي تلك الليلة، عمَّ جسدها شعورٌ بعدم الارتياح، لم تختبره من قبل. وكانت في حالةٍ من التململ والهياج، وترغب بشدة في تعاطي العقار، فتناولت مسَكّنًا للألم، وسرعان ما تلاشى ذلك الشعور، كما لو كان شبحًا. وتقول عن ذلك: "حينئذٍ، أدركتُ السرعة التي يعتاد بها الجسم تعاطي دواءٍ ما. وجعلني هذا أيضًا أدرك أنَّني أخشى المواد الأفيونية بشدة".

وبعد خمسةٍ وعشرين عامًا، لمع اسم فولكو على نطاقٍ واسع في مجال علاج الإدمان، وخارجه. وبوصفها عالمةً أعصاب، تدير منذ عام 2003 المعهد الوطني الأمريكي لأبحاث تعاطي المخدرات (NIDA)، الواقع في مدينة روكفيل بولاية ميريلاند الأمريكية، دعَّمت فكرة التعامل مع الإدمان كمرضٍ دماغي، وليس نقيصةٍ أخلاقية. وخلال إدارتها، جعل المعهدُ على رأس أولوياته الأبحاث المتعلقة بالأسس البيولوجية للإدمان، وتصدى لإساءة معاملة المدمنين في كلٍّ من المنظومة الطبية، ومنظومة العدالة الجنائية.

وقد أصبح سعي فولكو أكثر إلحاحًا في الوقت الحالي، إذ تواجه الولايات المتحدة تغيراتٍ في الوضع القانوني لمادة القنب، وتوسعًا في سوق السجائر الإلكترونية، وعودةً مفاجئةً لانتشار الكوكايين، والميثامفيتامين، وتفشيًا لتعاطي المواد الأفيونية مستمر منذ عقدين، دمَّر مناطق كثيرة في البلاد، إذ أودت الجرعات الزائدة من تلك المواد الأفيونية بحياة قرابة نصف مليون نسمة في الولايات المتحدة (انظر: «التصدي لوباء المواد الأفيونية»). واستجابةً لذلك، دشّن المعهد مشروعاتٍ لمتابعة استخدام المرضى للعقاقير، وضخ استثماراتٍ كبيرة لإنتاج الأدوية التي يمكنها الحدّ من توق المدمنين للعقاقير، والنشوة الناتجة عن تعاطيها.

حاجج منتقدو فولكو -لفترةٍ طويلة- بأنَّ تركيزها على العوامل الدماغية يقلل من دور العوامل الاجتماعية والاقتصادية في جعل الأشخاص عرضةً للإدمان. لذا، ففي العام الماضي، بدأت فولكو تقر بأنَّ هناك عوامل، مثل التشرد، والبطالة، والعزلة، قد تجعل الأشخاص أكثر عرضةً لتعاطي المخدرات، وتقلل من إمكانية تعافيهم من الإدمان. غير أن بعض الباحثين يزعمون أنَّ قرارات المعهد فيما يتعلق بالتمويلات شابها البطء في عكس هذا التغير في التوجه الفكري. ويرون أنَّ تركيز المعهد على العوامل الدماغية غير متناسب مع تأثيرها، وأبدوا تخوفهم من النفوذ الواسع الذي يتمتع به المعهد فيما يتعلق بوضع سياسات مواجهة تعاطي المخدرات والإدمان. وفي هذا، تقول إنجريد ووكر، باحثة



فولكو في البيت الذي قضت فيه طفولتها بمدينة مكسيكو سيتي.

ALEJANDRA RAJAL FOR NATURE

الدراسات الثقافية في جامعة واشنطن بمدينة تاكوما: "يتمتع المعهد بنفوذٍ هائل، والناس يتبعون قيادته".

إنّ هوس فولكو بفهم الآثار البيولوجية للإفراط في تعاطي العقاقير -الذي يُقَوِّيه جزئيًّا ماضي عائلتها- لم يحطم فحسب معتقداتٍ راسخة في علم الأعصاب، بل أسهم أيضًا في الحد من الوصمة التي كانت تلحق بالمدمنين.

وعن ذلك، تقول بيرثا مادراس، المتخصصة في علم النفس البيولوجي بكلية الطب في جامعة هارفارد، التي تعمل في مستشفى ماكلين بمدينة بلمونت في ولاية ماساتشوستس الأمريكية: "كانت مهمّتها -على مدى حياتها- هي تسخير قوة العِلم، لتغيير حياة الملايين من الناس. وقد نجحت في ذلك".

إرثٌ ثوري

نشأت فولكو وأخواتها الثلاث في مدينة مكسيكو سيتي، ضمن أسرةٍ مهاجرة من أصولٍ سوفييتية وإسبانية، إذ إنَّ أُمّهن، مصممة الأزياء النسائية الراقية التي كانت تعيش في مدينة مدريد الإسبانية، لجأت إلى المكسيك، هربًا من ديكتاتورية الجنرال الإسباني فرانسيسكو فرانكو. أمّا والدهن الكيميائي، فكان لاجئًا أيضًا، قَدِم إلى مكسيكو سيتي حين كان عمره 13 عامًا في عام 1939، ليعيش مع جده، الزعيم الثوري السوفييتي المنفِيّ ليون تروتسكي، الذي كان الفرد الوحيد الباقي على قيد الحياة من أقاربه.

وفي سن المراهقة، كانت فولكو مفتونةً بالدماغ البشري. ومن ثم، درست الطب في جامعة المكسيك الوطنية المستقلة بمدينة مكسيكو سيتي، ولاقت تشجيعًا غير محدود من والدها. وتقول عن ذلك: "كان والدي يوافق على أي شيء أطلبه يكون مرتبطًا بالعلم"، حتى إنَّها سألته ذات مرة عما إذا كان بإمكانها إحضار جثةٍ إلى المنزل، وتشريحها، فوافق، لكنَّ والدتها وأخواتها هَدَّدن بمغادرة المنزل، وانتهى بها الأمر بإحضار بعض العظام لفحصها. وقالت عن نفسها: "حين يثير اهتمامي أمرٌ ما، فإنني لا أنصرف عنه، حتى أُلِمّ به".

وكان هذا الفضول والإصرار هما بُوصْلتها في مسيرتها المهنية بعد ذلك، فبعد تخرُّجها في المرتبة الأولى على دفعتها، قُبِلَت لدراسة علم النفس في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بمدينة كامبريدج، لكنْ تغيَّرت خططها بعد أن قرأت مقالًا نُشر في مجلة «ساينتيفيك أمريكان» *Scientific American* في عام 1980.

تناول المقال كيف يتمكن متخصصو تصوير الدماغ والجهاز العصبي من فحص الأدمغة الحية، ومشاهدة أنماط نشاطها، عبر تقنيةٍ جديدة تُسمَّى التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني (PET). وقد أسرها ذلك على الفور.

وبعد فترةٍ وجيزة من قراءة المقال، حصلت فولكو على وظيفةٍ بحثية في مختبر الطبيب النفسي جوناثان برودي، فيما كان آنذاك المركز الطبي بجامعة نيويورك (NYU) في مدينة نيويورك، الذي تضمَّن برنامجًا نشطًا، يستخدم تقنية التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني في تصوير الدماغ والجهاز العصبي. وكان برودي قد بدأ حينها في تصوير الأدمغة باستخدام تلك التقنية، بهدف دراسة عديد من اضطرابات الدماغ المختلفة لدى البشر.

يقول برودي واصفًا فولكو: "كانت براعتها جليةً منذ البداية، وحماسها لم يكن يعرف الحدود". وسرعان ما انخرطت فولكو في جميع المشروعات، بدايةً بتلك المعنية باكتشاف واسماتٍ حيوية للأورام الدماغية[1]، ووصولًا إلى تلك الهادفة إلى رصد الاختلافات في نشاط الدماغ بين المصابين بالفصام[2]، وغير المصابين به. وبدأ يذيع صيتها كعالمةٍ متمردة، لكنْ عبقرية. ويضيف برودي: "كانت نورا على يقين من أنَّها دائمًا على حق، وكانت محقةً بالفعل في بعض الأحيان، بل ربما في أغلبها".

مسح الأدمغة.. بحثًا عن المعلومات

بحلول منتصف الثمانينيات، كانت فولكو قد أنهت تدريبًا للعمل كطبيبةٍ نفسية في جامعة نيويورك، وانتقلت إلى مركز علوم الصحة بجامعة تكساس في مدينة هيوستن، للعمل في منشأة التصوير الشُّعاعي بالمركز. وكانت تعتزم دراسة مرض الفصام، لكنَّ موجة الهوس بالكوكايين التي سادت وقتها صاحبتها زيادةٌ كبيرة في عدد المدمنين.

وفي صورةٍ بعد أخرى التقطتها فولكو بتقنية التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني، لاحظت اختلافاتٍ غير معتادة في أدمغة هؤلاء المدمنين. وقالت عن ذلك: "ترى في تلك الصور فجواتٍ وثغرات في مواضع من المفترض أن تجد تدفقًا للدم بها". وافترضت أنَّ الكوكايين يسد الأوعية الدموية، إلى درجة يعوق معها تدفق الدم في دورته كما ينبغي[3]، على نحو يشبه ما يحدث في السكتات الدماغية الطفيفة. وقد تعارضت النتائج التي توصلت إليها مع اعتقادٍ كان شائعًا حينها بأنَّ الكوكايين هو مادة آمنة نسبيًّا، وتغيَّر هذا المعتقَد نتيجة وفاة اثنين من أشهر الرياضيين الأمريكيين في عام 1986، وهما لاعب كرة السلة لين بياس، ولاعب كرة القدم الأمريكية دون روجرز.

وفي عام 1987، انتقلت فولكو إلى مختبر بروكهايفن الوطني، حيث استمرت على مدار الأعوام الستة عشر التالية في دراسة آثار المخدرات على الدماغ. واستخدمت هناك النظائر المشعة لوسم الكوكايين، لتتبع مدى سرعة تحفيزه للناقل العصبي المعروف باسم «الدوبامين» في الدماغ، وسرعة تبدده أيضًا، إذ حاججت بأنَّ سرعة تأثيره ربما تفسر سبب قدرته الكبيرة على التسبب في الإدمان.

وخلال عملها في مختبر بروكهايفن، استمرت في إثارة الشكوك حول الافتراضات الراسخة منذ مدةٍ طويلة في علم الأعصاب، فمع أنه كان هناك إجماعٌ عامٌ على أنَّ المواد المسببة للإدمان تثبط عمل مراكز المكافأة بالدماغ، وبالتالي تدفع الناس نحو الاستمرار في تعاطيها؛ من أجل الشعور بالسعادة، فإنَّ هذا لم يفسر لماذا أخبرها كثيرٌ من المرضى بأنَّهم يشعرون بالاضطرار لتناول المخدرات، حتى بعد فترةٍ طويلة من زوال هذا الشعور بالسعادة. وبدا كما لو أنَّ هؤلاء المرضى قد فقدوا القدرة على اتخاذ القرار، وأنَّ هذه الاستجابة الأكثر تعقيدًا لا تقتصر فحسب على مناطق الدماغ المسؤولة عن معالجة شعور المكافأة.

بعد ذلك.. تحققت سلسلةٌ من الاكتشافات الكبرى في التسعينيات، إذ لاحظت فولكو أنَّ القشرة أمام الجبهية (تلك المنطقة في الدماغ المسؤولة عن تنظيم عملية اتخاذ القرار والتحكم في النفس) لم تكن تعمل بكامل نشاطها لدى مدمني الكوكايين، وهو خللٌ قد يسبق الإدمان في

بعض الأحيان، ويجعل الإنسان أكثر عرضةً له. ورأت فولكو أنَّ هذا الخلل في عمل مناطق اتخاذ القرار هو السبب في شعور مدمني المخدرات بفقدانهم السيطرة على أنفسهم. وبالإضافة إلى ذلك، توصلت هي وفريقها إلى أنَّ تكرار تعاطي الكوكايين يؤدي إلى إضعاف حساسية الدماغ، عن طريق تدمير مستقبلات الدوبامين، وهو ما يقلل شعور البشر بالمكافأة عند تعاطيه، بينما يعمل المخدر -في الوقت نفسه- على زيادة اعتمادهم عليه[4]، ثم توصلت فولكو وزملاؤها لاحقًا إلى النتائج نفسها لدى دراسة مسيئي استخدام الكحوليات، أو الهيروين، أو الميثامفيتامين.

ورغم عدم وضوح الصور المقطعية الملتقطة بتقنية الإشعاع البوزيتروني، فإنها كانت تُظْهِر الإدمان بما يكفي؛ لتتمكن فولكو من تمييز الصور الخاصة بالمدمنين من غيرها. وفي هذا الصدد، تقول عالمة كيمياء المواد المشعة جوانا فاولر، التي تقاعدت في عام 2014، والتي تُعَد من أقرب معاوني فولكو، ومن أعز أصدقائها في مختبر بروكهايفن: "طَرَح هذا تصورًا مختلفًا تمامًا عن المشكلة، إذ نقلنا من فكرة أنَّ الإدمان هو ضَعفٌ أخلاقي، أو نقصٌ في قوة الإرادة إلى كونه مرضًا دماغيًّا".

حققت فولكو بعد ذلك مزيدًا من الاكتشافات. فعلى سبيل المثال، توصلت إلى أنَّ بعض التغييرات التي يسببها إدمان الكحوليات في الدماغ يمكن علاجها بعد أشهرٍ من الامتناع عن تعاطي هذه المواد[5]، وأنَّ الدوبامين يؤثر على الدوافع لدى البشر[6] في اتخاذ القرار، وهي عمليةٌ تختل في حال إدمان المخدرات.

ويقول عالِم النفس آلان ليشنر، المدير التنفيذي السابق للرابطة الأمريكية للنهوض بالعلوم في العاصمة واشنطن، والمدير السابق للمعهد الوطني لأبحاث تعاطي المخدرات قبل فولكو، إنَّ أفكارها كانت تتعارض مع الافتراضات التقليدية الموروثة، وإنَّ فكرتها بشأن دور مناطق الدماغ المسؤولة عن اتخاذ القرار تتعارض كذلك مع عقودٍ من الأبحاث والدراسات. وأضاف: "أُدرِك أنَّ الناس رأوها غريبة الأطوار".

ولو علمت فولكو بهذه الآراء، لَمَا أَلْقَتْ بالًا إليها، إذ يوضح ليشنر: "كانت عالمةً شجاعةً للغاية"، مضيفًا أنها فتحت الباب أمام نهجٍ جديد تمامًا لدراسة الدماغ. وفي عام 2003، تولت فولكو إدارة المعهد، الذي أصبح حاليًّا وكالةً تبلغ ميزانيتها 1.3 مليار دولار أمريكي، وتمول عددًا من البحوث العلمية المتعلقة بالإدمان يفوق أي هيئةٍ أخرى على مستوى العالم.

وتُعَد فولكو صاحبة المدة الأطول في منصب مدير المعهد طوال تاريخه. وقد واصلت في فترة ولايتها إجراء أبحاثها الخاصة، إذ جمعت الأدلة عن الأسس البيولوجية لإساءة استخدام الأدوية، ودَعَّم المعهد خلال إدارتها كثيرًا من الأبحاث الأخرى، إذ مَوّل المعهد -على سبيل المثال- دراساتٍ توضح كيف تسبب الماريجوانا الإدمان، لا سيما بين صفوف الشباب، أو مَن يتعاطونها بانتظام، ودعّم أيضًا أبحاثًا تتناول دور العوامل الجينية وفوق الجينية المرتبطة بالإدمان.

ووفر المعهد أيضًا الدعم؛ بهدف علاج اضطرابات إساءة استخدام العقاقير، وللوقاية من هذه الاضطرابات، فأسهَم مثلًا في تطوير أول دواءٍ معتمَد في الولايات المتحدة يخفف من أعراض الانسحاب الجسدية، التي تصيب المدمنين عند التوقف عن تعاطي المواد الأفيونية، وهو دواء «لوفيكسيدين» lofexidine، وموَّل التجارب المبكرة التي اختبرت الأجهزة طويلة المفعول، التي تُزرع تحت الجلد، والتي تُستخدم الآن مع المرضى لتخفيف أعراض الانسحاب المرتبطة بالمواد الأفيونية على مدى أشهر.

وبالإضافة إلى ذلك.. يموّل المعهد البحوث المعنية بتطوير تقنياتٍ تهدف إلى مساعدة المدمنين. ومن هذه التقنيات تطبيقٌ يوصّلهم بمدربين ومدمنين آخرين يخوضون رحلة التعافي، وأداةٌ تستخدم علم البيانات لرصد البيع غير المشروع عبر الإنترنت لمسكنات الألم التي لا تُصرف سوى بوصفاتٍ طبية.

ويتماشى بعض هذه الجهود مع جهودٍ أخرى أسفرت عن اتجاهاتٍ إيجابية في أزمة المواد الأفيونية. فعلى سبيل المثال، انخفضت نسبة الوفيات الناجمة عن تعاطي جرعاتٍ زائدة من الأدوية في الولايات المتحدة بحوالي 5% في عام 2018، وذلك للمرة الأولى منذ عام 1990.

وشككت فولكو خلال فترة عملها أيضًا في معايير اعتماد أدوية الإدمان التي وضعتها إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) إلى أن غيرت الإدارة سياساتها تلك في عام 2018، إذ كانت الإدارة قبل ذلك تعتمِد هذه العلاجات فقط إذا أمكن إثبات أنَّها تعزز الامتناع عن تعاطي المواد المخدرة[7]. وتزعم فولكو، رغم اختلاف بعض نقادها معها في ذلك، أنَّ إعادة تعريف الإدمان بوصفه حالةً مرضية أسهمت -ولو جزئيًّا على الأقل- في سَن تشريعٍ، مثل القانون الأمريكي لمساواة التغطية التأمينية لأمراض الصحة العقلية والإدمان ببقية الأمراض، الصادر في عام 2008، الذي يُلزِم شركات التأمين بمساواة الاضطرابات الناجمة عن تعاطي المخدرات مع غيرها من الأمراض.

وفي ذلك، تقول مادراس: "أعتقد أنَّ الولايات المتحدة والعالَم محظوظان للغاية بموافقة نورا على تولي إدارة المعهد".




ESTEBAN VOLKOV

فولكو وهي شابة في أواخر السبعينيات.

معركة موروثة مع الإدمان

في حديقة البيت الذي ترعرعت فيه فولكو، والذي يقع في حي مرصوف بالحصى في مدينة مكسيكو سيتي، يُطل شاهدُ قبرٍ، منقوشٌ عليه رمز المطرقة والمنجل على رفات جدها الأكبر. وقد شهد هذا المنزل في عام 1940 مقتل تروتسكي بفأسٍ جليدي على يد عميل ستاليني، قبل ولادة فولكو بوقتٍ طويل. ويُخلّد البيت محاولات تروتسكي لتفادي الأذى بنوافذه المسدودة بالطوب، وأبوابه المصفحة، وأبراج المراقبة الثلاثة التي يتضمنها.

عادت فولكو إلى مدينة مكسيكو سيتي في اليوم التالي لعيد الكريسماس، لزيارة أقاربها، كعادتها كل عام تقريبًا. وبينما أخذ السياح يتجولون في المنزل، الذي أصبح متحفًا مُشبَّعًا بتاريخ عائلتها، وقفت فولكو تحدق في الباب المعدني الصغير الموجود في شاهد القبر، الذي يضم جرّة تحمل رفات جدها، وظلت ساكنةً للحظات، ثم خرجت عن سكونها وتمتمت قائلةً: "كان مروعًا إلى حد ما أنْ يكون الموت قريبًا منك إلى هذه الدرجة، إلى حد يمكنك الإحساس به تقريبًا، فلا أحد ينشأ مع وجود شخص مدفون في حديقته".

ولكنَّ تروتسكي، الذي كان واحدًا من قادة ثورة أكتوبر في عام 1917، التي أدت -في نهاية المطاف- إلى إنشاء الاتحاد السوفيتي، كان يحلم ببدء انتفاضةٍ جماعية في ربوع العالم، تضع السلطة في أيدي الفئات الأضعف، وتعزز المساواة.

وتعتنق فولكو مُثُلًا مماثلة، فكثيرًا ما شعرت خلال مسيرتها المهنية بأنَّ النظم الطبية والقضائية الأمريكية تمارس التمييز ضد المدمنين، من خلال تجاهل مشكلة إساءة استخدام الأدوية التي يواجهونها، وبالتالي تحرمهم من الرعاية الطبية، وتودعهم السجون. وتقول إنَّ ذلك "جعلني أدرك فرصة استخدام الأدلة لتغيير هذه الممارسات"، وتوفير طريقةٍ علمية لتفسير الإدمان وعلاجه، لكنَّها في الوقت ذاته لديها دافعٌ يتعلق أكثر بحياتها الشخصية، إذ كانت مشكلة الإدمان مترسخة في جانب عائلتها لأمها، فحين كانت طفلةً، تتذكر وجود حالةٍ من التكتم الشديد كانت تحيط بخالها رافائيل، هذا الرجل الوسيم اللطيف الذي كان يعاني إدمان الكحول. ولم تخبرها والدتها إلا قبل وفاتها -أي بعدها بعشرات السنين- بأنَّ جدها لم يمت بسبب مضاعفاتٍ في القلب كما أخبروا جميع الناس، بل انتحر بعد أن فقد السيطرة على إدمانه للكحول. وقد أصابها هذا الاعتراف بالحسرة الشديدة، فكرَّست حياتها الأكاديمية بأكملها لتوضح أنَّ الإدمان مرضٌ مثل أي مرضٍ آخر، وليس حالةً طبية مخزية.

وقالت عن ذلك: "هذا ما تفعله الوصمة. اضطرت أمي المسكينة للانتظار حتى لحظاتها الأخيرة لتبوح لي بسرٍّ لم تجرؤ على كشفه من قبل".

وما تزال وصمة الإدمان هذه ذات تأثيرٍ قوي حتى يومنا هذا. وربما يفسر هذا لِمَ لَم يتلقَّ العلاج سوى 17% فقط من بين مَن شُخصت إصابتهم باضطرابات تَعاطي المخدرات في الولايات المتحدة في عام 2018، الذين بلغ عددهم 21.2 مليون شخص. ومع ذلك.. لم تَضِع جهود فولكو هباءً، إذ ساعدت في إعادة تعريف الإدمان في المجتمع، من خلال إلقاء المحاضرات العامة، وتوعية القضاة المحليين والفيدراليين، وتوفير الأدوات التدريبية للأطباء، والضغط لإتاحة المزيد من الأدوية العاكسة لآثار الجرعات الزائدة، والأدويةِ المضادة لشعور التوق إلى المخدرات، وذلك في كلٍّ من السجون، ومَرافق إعادة التأهيل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تحيزٌ للعوامل الدماغية

يَعترض عددٌ كبير من الباحثين على الطريقة التي يصور بها المعهد الإدمان على أنَّه مرضٌ دماغي، وهو النهج الذي دعمته فولكو أثناء فترة رئاستها للمعهد. ويزعم هؤلاء أنَّ المعهد يستند في رؤيته هذه إلى أبحاثٍ علمية قيِّمة، لكنَّها غير مكتملة، وأنَّ تركيزه على علم الأعصاب يطغى على الأبحاث المتعلقة بإساءة استعمال العقاقير، عبر تجاهل النُّهُج العلمية الاقتصادية والاجتماعية للحدّ من الإدمان. ويضيفون قائلين إنّ المعهد لم يطرح سوى قليل من الأدوية الجديدة؛ وإنه يطيل أمد الحرب على المخدرات بصورةٍ غير مباشرة، وربما دون قصد.

وفي عام 2009، بدأ واين هول -عالم الوبائيات المتخصص في دراسات الإدمان بجامعة كوينزلاند في مدينة بريزبن الأسترالية- في التدقيق في أدلة الإدمان المستندة إلى تصوير الدماغ والجهاز العصبي. وقال بمجرد انتهائه من المشروع: "توصلتُ إلى أنَّ الأدلة العلمية لم تكن واضحةً بالقدر الذي كانت تُعرَض به في أغلب الأحيان".

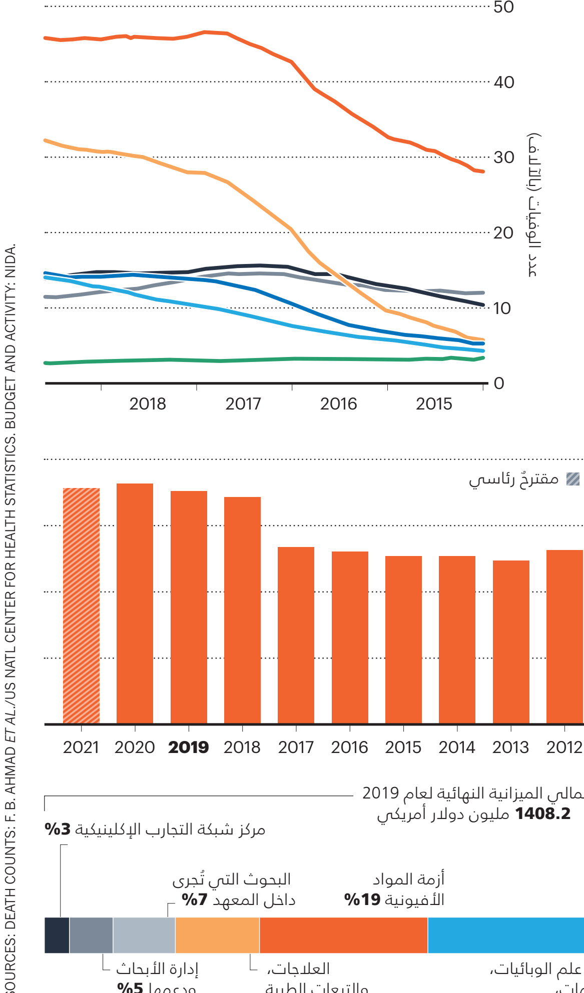
وتوصّل مع زملائه إلى أنَّ غالبية الدراسات -بما فيها دراسات فولكو- أُجريت على عيناتٍ صغيرة ممن يعانون حالات إدمانٍ حادة، ولم تكشف تلك الدراسات الاختلافات الدماغية التي ربما كانت لدى هؤلاء المدمنين سلفًا[8]. ولم يَبْدُ أن ثمة بيانات قويةً بما يكفي لتسوغ التركيز على الدماغ كتفسيرٍ للوقوع في الإدمان. وقال هول عن ذلك: "إذا ركزتَ على ما يحدث بين الأذنين فقط، ستميل -في الغالب- إلى تجاهل السياسات الاجتماعية الأوسع، التي تعلم أنَّها قد يكون لها تأثيرٌ كبير على انتشار مشكلات المخدرات".

ويتفق معه آخرون في هذا، إذ يقول ديريك هايم -عالم النفس المتخصص في دراسات الإدمان بجامعة إيدج هيل في مدينة أورمسكِرك بالمملكة المتحدة- إنّ إفراط المعهد في التركيز على الأسس البيولوجية العصبية للإدمان نزع مشكلة إساءة استخدام العقاقير من سياقها الاجتماعي والاقتصادي، مثل الفقر والعنصرية، وتجاهَل النماذج الأخرى التي ترى الإدمان سلوكًا يُمكن للناس أن يقلعوا عنه[9]. وأضاف هايم: "المشكلة تتجاوز كونها مجرد خللٍ دماغي".

وفيما ذهب آخرون إلى أنَّ الانتباه الذي يحظى به المعهد في الأروقة السياسية قد تتمخض عنه سياساتٌ ضارة، رأى ديفيد كورترايت -المؤرخ المتخصص في تاريخ الأدوية بجامعة نورث فلوريدا في مدينة جاكسونفيل الأمريكية- أنَّ الترويج لفكرة أنَّ المخدرات تسبب مرضًا دماغيًّا كثيرًا ما يؤدي إلى اتخاذ إجراءاتٍ مفرطة الصرامة، بهدف التحكم في إمدادات الأدوية، مهما كانت الكلفة. وأضاف قائلًا: "أعتقد أنَّ هذا يجعل نورا وغيرها من العاملين بالمعهد منزعجين أحيانًا، لأنَّهم يريدون معالجة المدمنين، بدلًا من سجنهم".

وتحظى فولكو بدعمٍ يثير الدهشة، حتى بين نقادها، إذ يقول كورترايت عنها: "أُقدِّرها بشدة، وأرى أنَّها أدارت المعهد بنجاحٍ شديد". ويقرّ نقادها أيضًا ببعض التطورات المهمة التي تَحققت في عهدها.

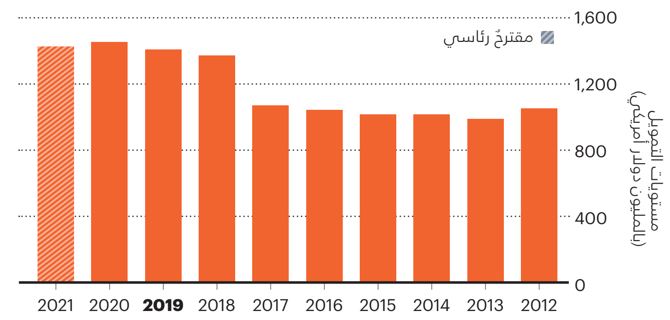
ففي العام الماضي، على سبيل المثال، دشنت فولكو مشروعًا لمتابعة قرابة 11,900 طفل معافى حتى مرحلة البلوغ المبكرة، باستخدام تقنية تصوير الدماغ والجهاز العصبي، لرصد تأثير العوامل البيولوجية، وعوامل البيئة الاجتماعية التي ينشأ بها الأطفال -بما في ذلك أي مخدرات يتعاطونها- على نمو أدمغتهم. وقد يسهم هذا في توضيح الاختلافات الدماغية التي تسبق الوقوع في الإدمان، وتلك التي من المحتمل أن تتسبب فيه. وستُكمِّل نتائجَ هذا المشروع دراسةٌ أخرى يُخطَّط لها حاليًّا، تهدف إلى تقييم طويل المدى لآثار تعاطي الأم للمخدرات -قبل الولادة وبعدها- على دماغ الطفل.



التصدي لوباء المواد الأفيونية

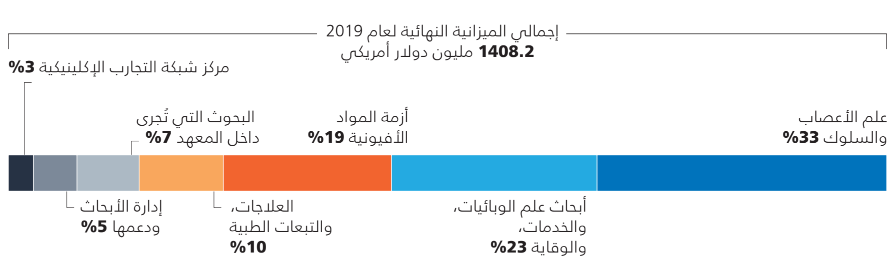
تهدف تمويلات المعهد إلى رصد الزيادة في الوفيات الناتجة عن تعاطي جرعاتٍ زائدة من المواد الأفيونية، التي وقعت على مدار العقد الماضي.

تستند بيانات الوفيات إلى إحصاءاتٍ مؤقتة في حال عدم اكتمال السجلات، أو في الحالات التي لم يُحدد فيها بعد سبب الوفاة. ومن المحتمل أن تكون الأعداد المشار إليها أقل من أعداد الوفيات الفعلية.



التمويل

زادت ميزانية المعهد زيادة كبيرة في عام 2018، واستهدف بتمويله منذ ذلك الحين أزمة إدمان المواد الأفيونية على وجه الخصوص؛ فقدم دعمًا أكبر للبحوث المعنية بالظروف الاجتماعية والاقتصادية التي تعزز احتمالية إساءة استخدام العقاقير، ويواصل تمويل عدد أكبر من مشروعات الدراسات العصبية، مقارنة بأي نوع آخر من أبحاث الإدمان.



SOURCES: DEATH COUNTS: F. B. AHMAD *ET AL.*/US NATL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. BUDGET AND ACTIVITY: NIDA.

ويقود المعهد أيضًا مشروعًا يهدف إلى الحد من وفيات تعاطي المواد الأفيونية في المناطق شديدة التأثر بتلك الأزمة. ومن خلال ميزانيةٍ تبلغ 354 مليون دولار أمريكي، يستهدف هذا المشروع الذي انطلق العام الماضي خفض الوفيات بنسبة 40% بحلول عام 2023 في 67 منطقة بولايات أوهايو، ونيويورك، وماساتشوستس، وكنتاكي. وسيختبر الباحثون في المشروع الاستراتيجيات التي يمكن أن تقلل معدلات صرف الأدوية الأفيونية، وتلك التي يمكنها زيادة أعداد من يحصلون على العلاجات الدوائية إلى جانب العلاجات السلوكية، وأيضًا الاستراتيجيات التي توسع نطاق توزيع عقار «النالوكسون» naloxone، وهو عقار مضاد يُستخدم لإنقاذ من تناولوا جرعاتٍ زائدة عبر الحقْن، أو الرش في الأنف.

وقد زارت فولكو في يومٍ حار من شهر أكتوبر في عام 2019 حيّ كينزينجتون بمدينة فيلادلفيا في ولاية بنسلفانيا، حيث خلّفت أزمة المخدرات التي تشهدها الولايات المتحدة أثرًا مميتًا. ووجدت فولكو المحاقن ملقاةً في الشوارع، والناس يحقنون أنفسهم بالمخدرات في وضح النهار، بينما يستلقي آخرون على الأرض، وتبدو عليهم بوضوح أعراض الانسحاب، ورأت رجلًا هزيلًا يشاطر صديقًا يرتجف قطعةً لامعة من الكعك المُحلَّى.

صدمها هذا المشهد، فرغم ما قضته من عقودٍ في دراسة إدمان المخدرات في المختبرات، وفي تمويل أبحاثٍ أخرى، لم يؤهلها ذلك لما شاهدته. وقالت لنفسها: "هذا هو الواقع". وأدركَت أنَّها إذا لم تعالج الواقع الاجتماعي المسبب لإدمان المخدرات، فإنَّها لن تحل مشكلة تفشيها، ولن تمنع تكرارها مستقبلًا.

مرت عدة شهور على زيارة فولكو للحيّ، لكنْ ظلت فكرة تتردد باستمرار في ذهنها منذ ذلك الحين: إذا لم يملك الناس مأوًى ينامون فيه، أو طعامًا يقتاتونه، فلن تكون لديهم فرصةٌ للمقاومة والتحرر من الإدمان، مهما كان عدد الأدوية التي يمول المعهد تطويرها، أو عدد الأدمغة التي تُصَوِّرها هي.

وفي شهر ديسمبر الماضي، خلال زيارتها لمنزلها القديم، الذي صار متحفًا لتروتسكي، توجهت إلى المكتبة الهادئة هناك بعيدًا عن الزحام، وبدأت تستحضر ذكرياتها عن خالها وجدها، وراح ذهنها يموج بالمشاهد التي رأتها في فيلادلفيا. وأصبحت تعي الآن أنَّ معاناتهما مع الإدمان كانت لها أبعاد أخرى كثيرة بخلاف إصابتهما بخلل دماغي.

إيميليانو رودريجيز ميجا صحفي متخصص في العلوم، يقيم في مدينة مكسيكو سيتي.

1. Volkow, N. *et al. Science* **221**, 673–675 (1983).
2. Volkow, N. D. *et al. J. Cerebr. Blood Flow Metab.* **6**, 441–446 (1986).
3. Volkow, N. D. *et al. Br. J. Psychiatry* **152**, 641–648 (1988).
4. Volkow, N. D. *et al. Synapse* **14**, 169–177 (1993).
5. Volkow, N. D. *et al. Am. J. Psychiatry* **151**, 178–183 (1994).
6. Volkow, N. D., Fowler, J. S., Wang, G.-J. & Swanson, J. M. *Mol. Psychiatry* **9**, 557–569 (2004).
7. Volkow, N. D. *et al. Sci. Transl. Med.* **10**, eaan2595 (2018).
8. Hall, W., Carter, A. & Forlini, C. *Lancet Psychiatry* **2**, 105–110 (2015).
9. Lewis, M. *N. Engl. J. Med.* **379**, 1551–1560 (2018).

nature sustainability

RECOMMEND TO YOUR LIBRARIAN

With online access your institution can provide you with easy access to the full-text HTML and PDF versions of original research articles, review articles and news content published by *Nature Sustainability*. Full-text access will also allow you to make best use of the following services:

- Advanced Online Publication (AOP)
- Searchable Online Archive
- Reference Linking Within and Beyond Nature Research
- Table of Contents Alerts
- Web Feed (RSS)
- Downloadable Citation Information
- Supplementary Information

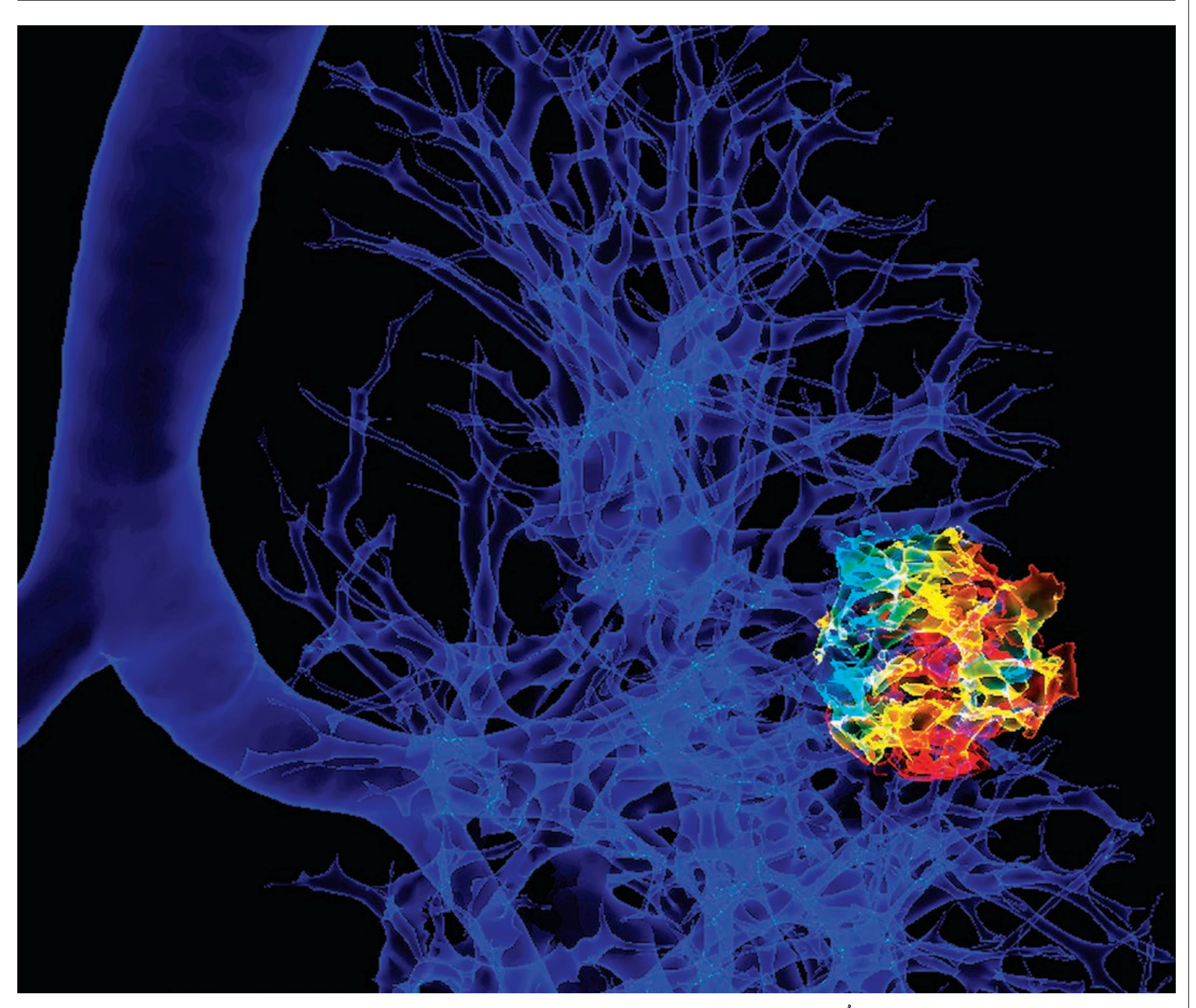
Recommend site license access to your librarian **go.nature.com/recommend**

nature.com/natsustain




A80374

تعليقات



K. H. FUNG/SPL

صورة ثلاثية الأبعاد لورمٍ في الرئة (يظهر بألوانٍ متعددة)، أُنتجت باستخدام التصوير المقطعي المحوسب.

فَهْمُ السرطان طريقُنا إلى علاجه

تشارلز سوانتون

أول دراسةٍ ممتدَّة تتناول كيفية تطوُّر سرطان الرئة تُخبرنا أنَّ العلاجات التي تستهدف عدة بروتينات في الخلايا الورمية قد تساعد على التغلُّب على المرض.

يعكف الباحثون على دراسة تطور سرطان الرئة ذي الخلايا غير الصغيرة لدى عددٍ من المصابين به، ضمن مشروع «تتبُّع تطور السرطان على مدار العلاج»، الذي يُشار إليه بالاسم المختصر «تريسر إكس» TRACERx، وهو أول دراسة واسعة النطاق وطويلة الأمد في هذا الصدد. وقد أعدت دورية *Nature* ملفًا مجمعًا، يعرض أبرز ما توصل إليه المشروع حتى الآن (https://www.nature.com/collections/haffgaicaf).

يهدف مشروع «تريسر إكس»، الذي انطلق في عام 2014، إلى متابعة حالات 840 شخصًا، يتلقّون العلاج في 14 مستشفًى تابعًا لهيئة الخدمات الصحية الوطنية في المملكة المتحدة، بدءًا من مرحلة التشخيص، وصولًا إلى علاج المريض، أو تعرُّضه لانتكاسة تُودي بحياته (انظر: http://go.nature.com/2vkxwdy).

وقد بدأت تتكشَّف نتائج مثيرة للمشروع، تساعد على تفسير سبب الأهمية البالغة للتشخيص المبكِّر في فعالية العلاج، وهو ما ينسجم مع ملاحظات الأطباء الإكلينيكيين على مدى عقود.

تجدُر الإشارة إلى أن الجانب الأكبر من معرفة الباحثين بتطوُّر السرطان إنما هو مستمَد من متابعة التغيُّرات الخلوية في خزعات الأورام، أو تغيُّرات الأحماض النووية للخلايا السرطانية. وعادةً ما تُؤخذ تلك العينات من المرضى، بغرض التشخيص، لكنَّها لا تقدِّم لنا سوى لقطاتٍ متفرقة من عمليةٍ معقَّدة. وفي مقابل ذلك، يهدف مشروع «تريسر إكس» إلى متابعة هذه العملية أثناء حدوثها؛ إذ يقارن بين التغيُّرات الجزيئية في استجابات الخلايا الورمية لدى المرضى، وخلاياهم المناعية أيضًا، وذلك في مناطق متعددة من الورم خلال عملية تطوُّره.

ويأمل الباحثون العاملون في المشروع -الذي أتولى فيه منصب كبير الباحثين- في أن يتمكن مقدمو الرعاية الصحية من الاستفادة قريبًا من المعلومات التي يتوصلون إليها، جنبًا إلى جنب مع المعلومات التي سبق أن توصلت إليها الدراسات الأخرى المعنية بتطور السرطان. وإلى جانب تفسير الاستجابة المناعية التي يطلقها جسم المريض ضد الورم السرطاني، يمكن للمشروع توجيه العلاجات إلى استهداف الطفرات الجينية العديدة التي تتراكم في المراحل المتأخرة للأورام السرطانية، وتتسم بصعوبة علاجها؛ حيث تشير الإحصاءات إلى أنَّ أكثر من 80% ممن تُشخَّص إصابتهم بسرطان الرئة في مرحلته الرابعة لا يعيشون لأكثر من خمس سنوات.

نهج المشروع

قبل أن تنزل بالعالم جائحة «كوفيد-19»، كان مشروع «تريسر إكس» قد استعان بمجموعةٍ من المصابين بسرطان الرئة في مراحله المبكرة، للمشاركة في دراسته، بلغ عددهم 760 شخصًا. وبعد تشخيص إصابة المريض بورمٍ أوَّلي في الرئة، يُستأصل الورم جراحيًّا، وتُحلَّل الخلايا لوضع نموذجٍ للتاريخ التطوري للورم. ويُفحَص كل مريضٍ بالتصوير المقطعي المحوسب (CT) كل عامٍ مرة، لمدة خمسة أعوام، للتحقق مما إذا كان الورم السرطاني قد عاود الظهور، أم لا. وإذا لم تظهر أي علاماتٍ دالة على الانتكاس، تنتهي مشاركة المريض في الدراسة، ويُعَد متعافيًا من المرض. أمَّا الذين يعانون أورامًا في المرحلتين الثانية والثالثة، فيتلقّون العلاج الكيميائي في أعقاب الجراحة، لتحسين فُرص خمود المرض، أو تَماثُلهم للشفاء منه.

وقد كشف تحليل الأورام لأوّل 100 مشاركٍ في الدراسة عن تغيُّرات جينومية عديدة؛ تتضمن حذفًا لبعض الكروموسومات، ونَسخًا للبعض، بل وتكرارًا لجينوماتٍ بأكملها في حوالي ثلاثة أرباع الأورام التي خضعت للفحص، وهو ما يُعَد سمةً لكثيرٍ من السرطانات[1]. كما رصد الباحثون شيوع الطفرات النقطية في الحمض النووي لمريض السرطان، ناجمة عن تغيراتٍ مفردة في التسلسلات الجينومية. تُعزى تلك التغيُّرات إلى التعرُّض لدخان التبغ، إلى جانب نشاط إنزيماتٍ تُعرف باسم نازعات المجموعات الأمينية من السيتيدين (cytidine deaminases)، وهي إنزيمات عادةً ما تعمل على تعطيل الفيروسات التي تقتحم الجسم، ضمن استجابته المناعية.

ومن بين النتائج التي توصَّلت إليها الدراسة، أيضًا، أنَّ تكرار الجينومات الكاملة كثيرًا ما يحدث في مرحلةٍ مبكِّرة لدى المصابين بسرطان الرئة ممن اعتادوا التدخين[1]. ويبدو أنَّ هذا التكرار يحمي الجينات اللازمة لصمود الورم في وجه العدد الضخم من الطفرات التي تنشأ في الجينوم أثناء تكونه[2]، فضلًا عما يفقده هذا الجينوم من كروموسومات. ومن اللافت للنظر أنَّ الطفرات الناجمة عن التدخين تهيمن عادةً على جذع الشجرة التطورية للورم، وتُعرَف بالطفرات التأسيسية (founder)، أو الجذعية (truncal)، وتوجد في جميع الخلايا الوَرَميَّة. وبالنسبة إلى النوع الأكثر شيوعًا من سرطان الرئة ذي الخلايا غير الصغيرة، وهو السرطان الغددي، الذي ينشأ في الغدد المفرزة للمخاط، تبيَّن أنَّ عدد الطفرات المرتبطة بالتدخين في جذع الشجرة التطورية للورم يرتبط بعدد السجائر التي دخَّنها المريض. ومع دخول السرطان في مراحله المتقدمة، تُسبب الإنزيمات النازعة للمجموعات الأمينية من السيتيدين طفراتٍ عشوائية تتراكم في بعض الخلايا، ويُشار إليها بالطفرات المتفرعة[2].

وسعيًا إلى ابتكار علاجٍ مناعي[3]، عكفنا كذلك على دراسة تسلسلات الحمض النووي الخاصة بالمستقبِلات الموجودة على الخلايا التائية، وهي نوع من خلايا الدم البيضاء يحارب العدوى والسرطانات الناشئة. وقد انتابتنا الدهشة حين اكتشفنا أنَّ تسلسلات مستقبلات الخلايا التائية تتطوَّر بالتوازي مع تطور الورم (وفي النهاية، يتكيَّف الورم مع بيئته المناعية، ومن ثم يتفادى التدمير[3,4]). ومن بين التفسيرات المحتملة لقدرة الورم على تفادي تأثير جهاز المناعة، تفسير يعزو هذه القدرة إلى عدم الاستقرار الكروموسومي لخلاياه؛ إذ إنَّ ذلك يتسبب في فقدان الخلايا للجزيئات التي تتعرف عليها المناعة على سطحها، والتي يُطلق عليها مستضدات الكريات البيضاء البشرية (HLA)، فيترتب على ذلك منع الخلايا التائية من استهداف الورم[5,6].

ويمكن لعملية التنويع الجيني هذه -وهي عملية غير قابلة للإيقاف- أن تتغلَّب على أدوية السرطان. لذا.. فإنَّ هدفنا هو تعزيز الاستجابة المناعية لاستهداف الطفرات الموجودة في كل خليةٍ ورَمية، ومنع اكتسابها القدرة على مقاومة العقاقير.

إرشاداتٌ للأطباء

كيف يمكن للاكتشافات التي توصل إليها مشروع «تريسر إكس»، إلى جانب الدراسات السابقة عن تطور السرطان، أن تسهم في توجيه ممارسات الرعاية الصحية؟

الرسالة الأساسية التي يمكن الخروج بها من تلك الاكتشافات هي أنَّ الأمر سيتطلب مقارباتٍ متعددة للتغلُّب على السرطانات التي تتطور بآلياتٍ معقَّدة، مثل سرطان الرئة، وأنَّه يتعيَّن على كل مقاربةٍ من تلك المقاربات أن تركِّز على مرحلةٍ مختلفة من مراحل المرض، من أجل تحسين نتائج العلاج.

فعلى سبيل المثال، ينبغي أن تكون فحوص سرطان الرئة متاحةً على مستوى الدولة بأكملها، بالنظر إلى أنَّ التشخيص المبكّر للمرض يُحسِّن من فرص الشفاء. أما في المملكة المتحدة، ففحوص سرطان الرئة غير متاحة حتّى يومنا هذا، إلا في عددٍ قليلٍ من المراكز الإقليمية. واستنادًا إلى نتائج تجربةٍ إكلينيكيةٍ أُجريت في هولندا، أعتقد أنَّ تلك الفحوص من شأنها أن تمنع حوالي من 3 آلاف إلى 5 آلاف حالة وفاة من جرّاء الإصابة بسرطان الرئة في المملكة المتحدة سنويًّا (وفقًا لدراسةٍ لم تُنشَر).

شارك في تلك التجربة، التي أُجريت في هولندا، 13,195 ذكرًا، و2,594 أنثى من المدخِّنين الحاليين أو السابقين، وكانت أعمارهم تتراوح بين 50 و74 عامًا. وقُسِّموا عشوائيًّا إلى مجموعتين، خضعت إحداهما للفحص بالتصوير المقطعي المحوسب عند كشف الإصابة بالمرض، وكذلك في العام الأوّل، والثالث، وبعد خمس سنواتٍ ونصف سنة من الإصابة، بينما لم تخضع المجموعة الأخرى للفحص. وبعد عشرة أعوامٍ من متابعة حالاتهم، شهدت المجموعة التي كانت تخضع للفحص[7] وقوع 2.5 حالة وفاة لكل ألف شخص سنويًّا (ما يعني، بعبارة أخرى، أن متوسط معدل الوفيات من كل ألف مصاب بسرطان الرئة بين المجموعة التي خضعت للفحص في هولندا، على مدار عام واحد، يبلغ 2.5) ، بينما شهدت المجموعة الضابطة وقوع 3.3 حالة وفاة[7]. نخلُص من ذلك إلى أن الفحص المرضي بالتصوير المقطعي المحوسب يقلل احتمالات الوفاة بين المصابين بسرطان الرئة بنسبة 24%.

وقد تُحسِّن أيضًا العلاجات المُصمَّمة حسب احتياجات المرضى من فرص الشفاء. فعلى سبيل المثال، يستفيد بعض المرضى من العلاج الكيميائي الذي يعقب الجراحة لتدمير أي خلايا وَرَميّة متبقّية بعد استئصال الورم الأوّلي. وتشير الدراسات إلى أنَّ تلقِّي العلاج الكيميائي بعد الجراحة يزيد من نسبة المرضى الباقين على قيد الحياة لأكثر من خمس سنوات بحوالي 5% إلى 15% (حسب مرحلة تطور الورم)، قياسًا إلى المرضى الذين لا يتلقون العلاج الكيميائي[8]، إلا أن الأطبَّاء لا يمكنهم -في الوقت الراهن- توقُّع أولئك المرضى الذين لن يفتك بهم المرض.

وقد توصّلت دراسة «تريسر إكس» إلى طريقة دقيقة للتنبؤ بالحالات الأكثر عُرضةً للانتكاس بعد الجراحة، عبر تحديد الطفرات الجذعية بالحمض النووي التي يشيع وجودها في كافّة خلايا سرطان الرئة بأورام المرضى. يظهر هذا الحمض النووي للورم بعد الجراحة على هيئة حمضٍ نووي حر يسري في مجرى الدم، وهو ما يُعَد علامةً دالّة على وجود بقايا خلوية للمرض. ولهذا، فإنَّ تقنية تحديد التسلسل الجيني التي طورناها، وحصلنا عنها على براءة اختراع، تبحث عن بقايا الحمض النووي للورم الذي تظهر فيه تلك الطفرات الجذعية[9]. وقد أصبحت تلك التقنية الآن جاهزةً لخوض التجارب الإكلينيكية (انظر إقرار تضارب المصالح: go.nature.com/2w214yu). ويمكن من خلال تلك التجارب اختبار فرضية أنَّ العلاج الكيميائي بعد الجراحة لا يفيد سوى من تحتوي دماؤهم على الحمض النووي للورم، ومن ثمَّ توجد بأجسامهم بقايا خلوية للمرض.

"توصلت دراسة (تريسر إكس) إلي طريقة دقيقة للتنبؤ بالحالات الأكثر عرضة للانتكاسة بعد الجراحة"

ومن بين ما توصَّلت إليه دراسة «تريسر إكس» أيضًا معلومات مهمة عن الآلية التي يمكن انتهاجها لتطوير العلاجات المناعية لسرطان الرئة. فبعض علاجات السرطان المتاح حاليًّا يستهدف الخلايا الخبيثة التي تحمل بروتينًا طافرًا واحدًا على سطحها، يسبب انتشار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الـورم، ويكـون أشـبه بمسـتقبلٍ مُفعَّـل على الـدوام من المسـتقبلات التـي ترتبـط بعوامـل النمـو. وفـي معظـم الحـالات، تصبـح الخلايـا السـرطانية مقاومـةً لمثـل هـذه العلاجـات بعـد مُضـي 18 شـهرًا، وذلـك نتيجـة طفـرات المقاومـة التـي يكتسـبها المسـتقبِل، أو مسـار التأشـير اللاحـق. وحيـث أصبـح الأطبـاء الإكلينيكيـون علـى درايـة بـأنَّ الجهـاز المناعـي يتكيـف سـريعًا مـع تطـور الـورم، فبإمكانهـم اسـتهداف عـددٍ كبيـر مـن البروتينـات الطافرة بالخلايـا السـرطانية، التي تنشأ في جميـع الخلايا الورمية فـي مرحلـةٍ مبكّـرة من تطوّر الـورم (الطفـرات الجذعية)، بـدلًا مـن اسـتهداف بروتيـنٍ واحـد فحسـب. وقـد يقلـل ذلـك مـن قدرة الورم على اكتسـاب المقاومـة، ويفيد في تجنُّـب الإضـرار بالأنسـجة الطبيعيـة، ويتيح كذلك سـبيلًا لمواكبـة السـرطانات المعقّـدة سـريعة التطـوّر.

وثمـة تجارب إكلينيكية تجري حاليًّا من أجل استكشـاف كيفيـة اسـتغلال هـذه الطفـرات الجذعيـة، عـن طريـق اسـتخلاص الخلايـا التائيـة التـي تتعـرف عليهـا مـن أحـد المرضـى المصابيـن بالسـرطان، وزراعتهـا فـي المختبـر، ثـم إعادتهـا إلـى المريـض مـرةً أخـرى، لتعزيـز اسـتجابته المناعيـة ضـد تلـك الطفـرات. ويأمـل باحثـون بريطانيـون آخـرون فـي تقييـم فعاليـة هـذه الخلايـا فـي الحـد مـن نمـو الـورم وانتشـاره (انظـر: إقـرار تضـارب المصالـح).

تحدياتٌ مستقبلية

رغـم الفرصـة الواعـدة التـي تنطـوي عليهـا هـذه الاكتشـافات، مـا زال هنـاك العديـد مـن التحديـات العلميـة والإكلينيكيـة المتصلـة بتطـور السـرطان. فقـد كشـف مشـروع «تريسـر إكـس»، ودراسـاتٌ أخـرى سـابقة عليـه، التفاعـلات المعقدة التي تجري بين الخلايا الورمية الخبيثـة، والخلايـا الطبيعيـة المحيطـة بهـا[10]، بـل إن كلا نوعـي الخلايـا قـد يصـلان إلى حالـة الاعتمـاد المتبادل، بحيـث يتوقـف بقـاء ونمـو كلٍّ منهمـا علـى الآخـر، غير أن فهْمنـا لآليـات حدوث تلـك التفاعلات لا يزال قاصرًا. ومن أجـل تقييمها على المسـتويين؛ المكاني، والزماني، يتعيَّن الحصـول علـى عينـاتٍ مـن أورام المرضـى مـرارًا وتكرارًا، وهـو أمـرٌ غير أخلاقي، ويتعـذر تحقيقه. ومن أجل ذلك، يتضمـن مشـروع «تريسـر إكـس» دراسـةً تختص بتشـريح جثـث المتوفّيـن على مسـتوى الدولـة، يُطلق عليها اسـم «بيـس» PEACE، وتسـاعد تلـك الدراسـة علـى حـل هـذه المعضلـة، وجمْـع مزيـدٍ مـن العينـات.

وقـد شـرع العلمـاء القائمـون علـى تلـك الدراسـة فـي المـادة الورميـة الخاصـة بعشـرين مريضًـا من المشـاركين فـي مشـروع «تريسـر إكـس»، وافقـوا علـى اسـتخدام أنسـجتهم بعـد الوفـاة لأغـراضٍ بحثية. وعلـى أثر ذلك.. بـدأت تتكشـف لهـم كيفية انتشـار الخلايا السـرطانية من الـورم الأوّلـي إلـى مناطـق بعيـدة فـي الجسـم. ويُبـرز المشـروع أيضًـا كيف يمكن للخلايا التي تنفصل عن الورم أثنـاء الجراحـة (الخلايا الوَرَميّة السـارية في مجرى الدم) أن تكشـف عـن الموقـع المسـتقبلي الـذي سـيظهر فيـه الـورم بعـد مُضِـي أشـهر على تلـك الجراحـة[11]. ومن شـأن التطـوّرات فـي تقنيـات تحديد التسلسـل الجيني للخلايا المفـردة أن تحسِّـن فهمنـا لتلـك العمليـة.

وبينمـا يمكن للنماذج الحيوانية المسـتخدَمة في دراسـة تطـوُّر السـرطان والتحكـم فيـه أن تحاكـي بعض السـمات الرئيسـة للمـرض، لا تحاكـي هذه النماذج السـرطانات التي تصيـب البشـر علـى نحـوٍ تـام. فعلـى سـبيل المثـال.. لا تحمـل خلايـا سـرطان الرئـة لـدى الفئـران سـوى 1% مـن الطفـرات التـي يُعثَـر عليهـا فـي الخلايـا السـرطانية لـدى المدخنيـن الحالييـن أو السـابقين[12]. كمـا لا توجـد نمـاذج لفئران مصابة بسـرطان الرئة، يمكن الاسـتعانة بها لدراسـة الطفرات الورمية الناشـئة عن النشـاط المُعزِّز لدى نازعات المجموعـات الأمينية من السـيتيدين. وفضلًا عن ذلك، ما زلنـا عاجزيـن عن التحكـم الفعَّال فـي آليـات المناعة التي تتحاشـى التعامل مع السـرطانات لدى الفئران، وما يقابلها فـي البشـر مـن أورام متطورة تنطوي علـى طفرات عديدة. لـذا.. يحتـاج الباحثـون إلى تطوير نمـاذج لفئران أقدر على محـاكاة تطـوّر سـرطانات الرئة لدى البشـر، وقـدرة الخلايا السـرطانية علـى التملـص مـن جهـاز المناعـة. ويمكـن أن تسـاعد أدوات التعديـل الجينـي، مثـل تقنيـة «كريسـبر- كاس9» CRISPR-Cas9، علـى تحقيـق ذلـك. سـوف يكـون لهـذه النمـاذج دورٌ بالـغ الأهميـة فـي تطويـر العقاقيـر، وإجـراء فحـوص المراحـل مـا قبـل الإكلينيكية.

كمـا بـدأت تظهـر طُـرق وتقنيـات جديـدة لتصويـر الخلايـا الطبيعيـة فـي البيئـة الميكرويّـة لـلأورام أثنـاء نموهـا، يُعتمـد علـى بعضهـا فـي تنفيذ مشـروع «تريسـر إكـس» والدراسـات التابعـة لـه. كذلـك فإن التقـدم المُحرَز فـي تقنيـات تحديـد تسلسـلات الأحماض النوويـة للخلايا المفـردة وبروتيناتهـا، وبالأخـص تلـك التي تُجـري عملياتها فـي المواضـع الأصليـة للخلايا، دون الإخلال ببِنية الوَرم، يُنتظـر أن تسـهم فـي فهـم تفاصيـل الخطـوات العديـدة التـي يمـر بهـا تطـوُّر الأورام السـرطانية[13].

إن المسـاعي المتفرقـة التـي تُبـذل فـي جميـع أنحـاء العالـم تبشـر بمسـتقبلٍ أفضـل فيمـا يتعلـق بعلاج سـرطان الرئـة، ومـن بينهـا برامـج الحـدّ مـن التدخيـن، وزيـادة فحـوص التصويـر المقطعـي المحوسـب، بهـدف الكشـف المبكّـر عـن سـرطانات الرئـة، وإجـراء تجـارب إكلينيكيـة تركّـز علـى البقايـا الخلويـة للأمـراض السـرطانية، فضـلًا عـن التطورات التي تشـهدها العلاجـات المناعية للأورام المتطـورة. إنـه مزيـج واعـد مـن الاكتشـافات العلميـة، والتدابيـر الصحيـة، مـن شـأنه تعزيـز فُـرص بقـاء مرضى سـرطان الرئـة على قيد الحياة، وتحسـين جـودة حياتهم.

تشارلز سوانتون كبير الباحثين في دراسة «تريسر إكس» الإكلينيكية، التي يجريها مركز بحوث السرطان في المملكة المتحدة، كما يترأس أيضًا مجموعة «مختبر تطور السرطان وعدم الاستقرار الجينومي»، التابع لمعهد فرانسيس كريك، ومعهد السرطان بكلية لندن الجامعية.

البريد الإلكتروني: charles.swanton@crick.ac.uk

1. Jamal-Hanjani, M. *et al. N. Engl. J. Med.* **376**, 2109–2121 (2017).
2. López, S. *et al. Nature Genet.* **52**, 283–293 (2020).
3. Joshi, K. *et al. Nature Med.* **25**, 1549–1559 (2019).
4. Ghorani, E. *et al*. *Nature Cancer* (in the press).
5. McGranahan, N. *et al. Cell* **171**, 1259–1271 (2017).
6. Rosenthal, R. *et al. Nature* **567**, 479–485 (2019).
7. de Koning, H. J. *et al. N. Engl. J. Med.* **382**, 503–513 (2020).
8. Pignon, J.-P. *et al*. *J. Clin. Oncol*. **26**, 3552–3559 (2008).
9. Abbosh, C. *et al. Nature* **545**, 446–451 (2017).
10. AbdulJabbar, K. *et al*. *Nature Med*. (in the press).
11. Chemi, F. *et al*. *Nature Med*. **25**, 1534–1539 (2019).
12. McFadden, D. G. *et al*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **113**, E6409–E6417 (2016).
13. Rozenblatt-Rosen, O. *et al*. *Nature* **550**, 451–453 (2017).



PHOTODISC/ GETTY IMAGES

الطفرات الناجمة عن التدخين تهيمن عادةً على جذع الشجرة التطورية للورم.

كتب وفنون

ZABED HASNAIN CHOWDHURY/SOPA IMAGES/LIGHTROCKET VIA GETTY

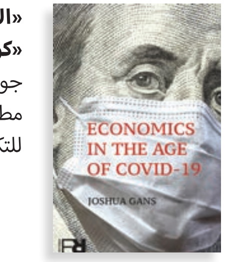
يجازف العاملون في مصانع الثياب في بنجلاديش بحياتهم في صناعة متضرِّرة من انهيار الإنفاق العالمي.

«اقتصاديات كوفيد»: أول الكتب عن كورونا

تقييم سريع للأولويات في ظل الجائحة يشخص الكثير من المشكلات، ويخلص إلى حاجتنا إلى حلول أقوى. **فيليب بول**

ليس هناك وقت أصعب مما نعيش فيه لتولي زمام القيادة السياسية. فالخيارات التي ينبغي اتخاذها جسيمة، ويمكن لتبعاتها أن تكون كارثية، والمعرفة العلمية التي توجِّه هذه القرارات تواجه حالة من الارتباك. فما يحدث الآن لا سابقة له. وكنتيجة لذلك، فإن جائحة «كوفيد-19» COVID-19 قد كشفت عن بعضٍ من أفضل خصال زعماء العالم، وأسوأها؛ بدءًا من الانتهازية، ونكران الحقائق، وانتهاءً إلى الرحمة، والشفافية.

ومن المؤسف أنه في شهر يناير الماضي، لم يكن لدى صانعي السياسات كتاب مثل «الاقتصاديات في عصر كوفيد-19» *Economics in the age of COVID-19*، لجوشوا جانز، لكي يفسّر لهم طبيعة ما نواجهه من قضايا. ومن المدهش أنه صار لديهم واحد بالفعل، فقد أكمل جانز هذا الكتاب بسرعة هائلة في أواخر شهر مارس، وعرَض فيه محاولاته لشرح الفكر الاقتصادي الذي ينبغي أن يوجه السياسات مفيدة، وإنْ كان من المحتم أن تتسم بالقصور.



«الاقتصاديات في عصر «كوفيد-19»
جوشوا جانز
مطبعة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (2020)

ومع تغيُّر الوضع والمعارف بصورة يومية، فإن تكشُّف الأحداث الجديدة على الدوام من شأنه أن يجعل بعضًا من جوانب تحليل جانز بالية. ومن هذا المنطلق، فإن جانز، الاقتصادي بجامعة تورونتو في كندا، يحاول بشجاعة أن يقوم بمهمة مستحيلة. وفي نهاية المطاف، سيحتاج بناء الفكر الاقتصادي لمواجهة الجائحة إلى خبرات أوسع.

وقد أجبرت الأزمة بعض السياسيين -خصوصًا سياسيي اليمين- على اتخاذ قرارات تخالف اتجاهاتهم الراسخة، عبر إنفاذ تدخلات ومعونات مالية، كانت في ظروف عادية ستُوصَف بالمُبالَغ فيها. وقد حاولت بلدان كثيرة تجميد اقتصادها، والتعويض عن غياب السيولة والأجور بالإعانات الهائلة، حتى تبدأ عجلة الاقتصاد في الدوران مرة أخرى.

وهنا يكمن وجه الاختلاف عن اقتصادات الحروب، التي كثيرًا ما يشار إليها على سبيل المقارنة. ففي الحروب، تستمر الأنشطة الاقتصادية، لكنْ مع إعادة توجيهها. أما حركات الحظر الحالية في جميع أنحاء العالم، فقد أدت إلى تقليص القوى العاملة بدرجة كبيرة، إذ إنه بصرف النظر عن القوة العاملة الأساسية في مجالات الصحة، والرعاية، والغذاء، والنقل -على سبيل المثال- فإن الوظائف التي تستمر دون مساس بها، هي فقط تلك التي يمكن للأفراد أداءها من المنزل (لم أشعر قط بأنني محظوظ لكوني كاتبًا أكثر من الفترة الحالية). وفي بعض الأحيان، وبدرجة كبيرة من التبسيط، كان يجري طرح ذلك على أنه خيارٌ بين إنقاذ الأرواح، أو إنقاذ الاقتصاد. وفي الوقت الذي تجاوز فيه

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العديد من البلدان ذروة تفشي الجائحة (هل هي الذروة الأولى؟)، فقد تحولت النقاشات لتنصبّ على المخاطر التي قد تتعرض لها الصحة، والتي تنجم عن حالة طويلة من الركود الاقتصادي.

ومن الضروري مناقشة هذه القضية، إلا أن ثمة خطورة كذلك في أنْ يكون تناوُلها سطحيًّا. فطرْح الحفاظ على الحياة، والحفاظ على سبل كسب العيش على أنهما متناقضان، يُستخدم عادةً للدفاع عن القادة السياسيين ممن أبدوا ترددًا في فرض إجراءات الإغلاق وتقييد الحركة. وحسبما يوضح جانز، فإن هذا تصورٌ خاطئ، فطبيعة «كوفيد-19» المُعْدِية بشدة، إضافة إلى معدل الوفيات الناجم عن الإصابة به، كانا واضحين منذ وقت مبكر، حتى إنْ لم تكن الإحصائيات الدقيقة بشأن المرض واضحة. وقد أظهرا أنه لم يكن من الممكن أبداً إجراء مفاضلة تدريجية بين الأمرين: أي دفْع الاقتصاد على نحو طفيف على حساب مزيد من الوفيات. ويكتب جانز: "ذا كنتَ تعلم أنك ستفرض حالة الإغلاق على البلاد في نهاية المطاف، فإن هناك مزايا ضخمة لفعل ذلك بسرعة". فهذه هي الطريقة الوحيدة لإبقاء الخيارات مفتوحة، مع تزايُد معارفنا حول الفيروس وطبيعة انتشاره.

وهذه الملاحظة ليست نتاج إدراك متأخر؛ فقد كان جانز يكتب ذلك، بينما كانت حكومتا المملكة المتحدة والولايات المتحدة تماطلان في فرض الإغلاق، كما أن المسألة لا تتعلق بإنقاذ حياة البشر على المدى القصير فحسب، إذ يكتب جانز أنه: "يمكن للسعي وراء تلبية متطلبات الصحة العامة ألّا يتعارض مع الأداء الاقتصادي المتفوق طويل المدى".

ولكي يتسم قرار الإغلاق بالفاعلية، يجب اتخاذه "بحسم، ووضوح، وشفافية". وإذا استهان القادة بضخامة هذه الأزمة، أو راوَغوا، أو أصدروا توجيهات ضعيفة بشأن السلوكيات الواجب اتخاذها، بدلًا من طرْح توقعات تترتب عليها نتائج محددة، فإن الأفراد "سيفعلون ما يفعلونه في العادة، ويسعون إلى تحقيق مصالحهم الخاصة، وسوف يحافظون على سير أعمالهم، ويستمرون في الانخراط في الحياة الاجتماعية".

بعد ذلك تأتي مسألة كيفية إدارة الأزمة في خضم اقتصاد راكد. ومرة أخرى، قد تتصادم الأيديولوجيا مع الواقع، فإذا كانت هناك حاجة ماسة إلى أقنعة، أو أجهزة تنفس صناعي، فليس هناك وقت لطرح العطاءات، وإفساح المجال لآليات السوق لكي تحدد مَن سيحصل على العقد والمُنتج، إذ لا بد من وجود آلية مركزية تتحكم في عملية اتخاذ القرار وتخصيص الموارد، حتى مع المخاطرة بوجود درجة من "عدم الكفاءة".

وهناك مسألة كيفية الحفاظ على اقتصاد متوقف عن الحركة، دون أن يشرع في التداعي. وبوجه عام.. أدركت الحكومات ضرورة المساعدة في تغطية الأجور المفقودة، لكن الشيطان يكمن في التفاصيل. فخيارات تقديم المساعدات المالية لتغطية الفواتير، مثل الإيجارات، والرهون العقارية، عبر تعليق تلك التكاليف، أو تغطيتها مباشرةً، تتخذ وجوهًا شتى. ويقول جانز إن الهدف يجب أن يكون سداد المدفوعات، والإعانات، والقروض، "لضمان عدم تحوُّل تعثُّر السداد قصير المدى إلى انقطاع طويل الأجل". وأحد الحلول التي يقترحها، هو إعادة سداد القروض الحكومية على مدى فترة زمنية، من خلال فرض الضرائب.

هل يقدم لنا الماضي دليلًا نسترشد به؟ يتناول جانز السابقة الوحيدة القابلة للمقارنة بالوضع الحالي في العصر الحديث: جائحة إنفلونزا عام 1918. فقد كانت التبعات الاقتصادية لها معقدة، نظرًا إلى اندلاعها مباشرةً بعد نشوب حرب عالمية (كان لتعبئة القوات دور في تفاقم انتشارها). وكان يمكن لجانز أيضًا أن يذكر وباء الإيدز (AIDS) في أفريقيا، الذي كان له تأثير مدمر في بعض المناطق إلى حد أنه ترك أجيالًا من اليتامى، واستنزف القوى العاملة، وأعاق التنمية الاقتصادية، إذ إنّ مَنْح الأولوية للاقتصاد على حساب الصحة العامة لا يعني بالضرورة بُعْد النظر.

"هناك مسألة كيفية الحفاظ علي اقتصاد متوقف عن الحركة، دون أن يشرع في التداعي".

يقوم جانز بعمل جيد في تفصيل المتطلبات اللازمة لوضع استراتيجية خروج من الأزمة. وهو يرى أننا بحاجة الآن إلى «الاستثمار في الاقتصاد القائم على التجربة»، على سبيل المثال، لتحديد مَن يمكنه العودة بأمان إلى العمل، ولمراقبة أمان مكان العمل. وفي تأييد قاطع لسياسة منظمة الصحة العالمية، يشير جانز إلى أن "البلدان والمناطق التي تمكنت من فحص المصابين وتتبُّعهم، ومن ثم عزلهم، تمكنت من احتواء الفيروس سريعًا، وإعادة فتح اقتصاداتها في وقت أكثر تبكيرًا". وهو يوضح أنه حتى مع وجود لقاح، فمن المرجح أن تظل الاختبارات جزءًا من حياتنا اليومية لعدة سنوات.

ويعرض جانز كذلك مناقشة مفيدة حول كيفية توزيع اللقاحات على النحو الأمثل، في الوقت الذي لا يجري فيه إنتاجها بكميات تكفي الجميع (على الرغم من أنه لا يتطرق إلى مسألة رفض بعض الأفراد لأخْذ هذه اللقاحات، وهو ما قد يمثل مشكلة). كما أنه يتناول كيفية تشجيع الابتكارات في مجال تطوير اللقاحات، دون الاعتماد على قوى السوق، وبراءات الاختراع الخاصة بما يُعَد -بلا شك- سلعة عالمية عامة. وهناك مناقشة سابقة، ربما يكون قد استند إليها في تناوله هذا، دارت حول تطوير الأدوية والعلاجات الضرورية التي لا يبدو -من المرجح- أن تحقق أرباحًا لشركات المواد الدوائية، مثل المضادات الحيوية الجديدة، وعلاجات السل.

ومثلما فعل آخرون بعد حالات تفشٍ سابقة، يدعو جانز إلى إنشاء مؤسسة وطنية شاملة، تملك "مجموعة موارد لاحتواء جائحات المستقبل، وضمان استجابة دولية منسقة". وهي مؤسسة ستكون أقرب إلى صندوق النقد الدولي منها إلى منظمة الصحة العالمية، حسبما يتصور، إذ إنها لن تركز على الأدوية فحسب، بل ستركز أيضًا على الابتكارات الهادفة إلى تعزيز الحماية من العدوى في مقر العمل، وفي وسائل النقل العام. ويصف فكرة تخصيص "مئات المليارات من الدولارات سنويًّا لتقليل خطر الأوبئة العالمية بصورة كاملة" بالفكرة البديهية، مرددًا ما قاله البعض بعد تفشي فيروس إيبولا الأول ممن شبَّهوا الوضع بالإنفاق على الدفاع.

وهنا ينتهي الكتاب، دون مزيد من التفاصيل. فمن الناحية الواقعية، ستكون آراء جانز هي الأولى دائمًا في هذا الصدد، ولكنها لن تكون القول الفصل فيه. إنه يرسم صورة لعالَم ما بعد «كوفيد-19».. عالَم تعود فيه الأمور إلى حالتها الطبيعية بشكل كبير مع وجود بعض المنغصّات. والحقيقة هي أن الجائحة تطرح الكثير من الإشكاليات. وأيًّا كان المشهد الجديد، فمِن غير المرجح أن يكون المشهد نفسه الذي عشناه في نهاية عام 2019.

ثمة منطق أخلاقي وراء إعادة النظر في عدم المساواة بين الأشخاص، وذلك في ضوء ما تعلمناه حول مَن يُعتبر وجوده ضروريًّا بحق لاستمرار عمل المجتمع، إذ يتعارض بعض جوانب السياسة الاقتصادية النيوليبرالية -بشكل أساسي- مع احتياجات عالمنا الهش، الذي يُتوقع أن يُستجد به قدر أكبر من المخاطر في المستقبل. وقد أشار سلوك بعض قادة العالم إلى مخاطر اقتصاد المعلومات، الذي أصبح «سوقًا للترويج لحقائق بعينها». ومن الواجب علينا أن نراجع عاداتنا، واقتناعاتنا المسبقة القديمة، مثلما سيتوجب على الاقتصادات نفسها أن تتبنى هذه المراجعات.

فيليب بول كاتب ومؤلف علمي مُقيم في لندن. كتابه الأخير هو «كيف تنشئ إنسانًا؟» *How to Grow a Human* البريد الإلكتروني: p.ball@btinternet.com



USDA/ALAMY

كانت هناك زيادة في حالات الإصابة بـ«كوفيد-19» في شركات تغليف اللحوم في الولايات المتحدة.



TOM BARRICK, CHRIS CLARK, SGHMS/SPL

صورة ثلاثية الأبعاد بالرنين المغناطيسي للدماغ.

عِلْمُ الأعصاب بحاجةٍ إلى أفكارٍ جديدة

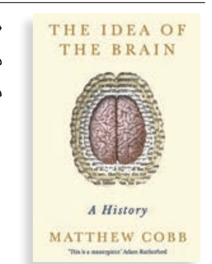
تاريخ من المجاز في أبحاث الدماغ.. بين ماضٍ مظلم، ومستقبلٍ محيِّر. **ستيفن كاسبر**

في وصفها للمُخ البَشري، تقول الشاعرة الأمريكية إميلي ديكنسون إنه أرحبُ من السماء، وأعمقُ من البحر، ومُفارقٌ للعالَم الحِسِّي كأنه إله. أما العلماءُ الذين يتصدّون لهذه المهمة المَهيبة -مهمَّة توصيف الدِّماغ- فعادةً ما يستحضرون صنوفًا وألوانًا أخرى من المجاز؛ حيث يُشبِّهونه بالحكومة تارة، ويُصوِّرونه على هيئة خريطة، أو شبكة بِنًى تحتية واتصالات تارةً أخرى. وقد يجعلون منه آلة، أو إنسانًا آليًّا، أو حاسوبًا، أو شبكة إنترنت. تشبيهاتٌ كثيفة، كان القاسم المشترك بينها أنها مُنطلِقة من الواقع، بيدَ أنَّ هذه الصور المجازية التي نعتمد عليها في فهْم طبيعة الدماغ كثيرًا ما تمرُّ علينا دون تدبُّر أو إمعان، وربما يعود ذلك إلى ذيوعها، إذ ننسى أنها ليست سوى أدوات وصفيّة، ونتعامل معها كأنها خصائص طبيعية.

تمثِّل هذه المخاطر الخفية الأساس الذي يقوم عليه كتاب «فكرة الدماغ» *The Idea of the Brain*، لعالِم البيولوجيا والمؤرخ ماثيو كوب. وهو عمل تأريخيٌّ فكري طَموح، يتتبَّع فهْمنا المتغيّر للدماغ من العصور القديمة حتى عصرنا الحاضر، في الفكر الغربي بصفةٍ خاصة. يُسلِّط كوب الضوءَ على التساؤلات المتصاعدة حول جدوى الاستناد إلى المجاز في توجيه مسار أبحاث الأعصاب وتفسيرها. ويؤكد -في تواضع فريد- أن العِلْم أبعدُ ما يكون عن فهم الوظائف التي يؤديها الدماغ، والطريقة التي يؤدي بها هذه الوظائف، إذ لا يوجد هناك أي شيء يشبهه.

ويُبيِّن المؤلف كيف أن تصوراتنا عن الدماغ كانت دائمًا مُستقاة من الأطر الأخلاقية والفلسفية والتقنية التي يحددها مَن يصوغون السرديات السائدة في كل عصر. ففي القرن السابع عشر، ارتأى الفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت أن دماغ الحيوان يعمل من خلال آليات هيدروليكية، مُعتقِدًا -في الوقت ذاته- بوجود عقلٍ منفصل عن المادة، يتَّسم بطابع إلهي. أما أعلام الفكر الغربي اللاحقون، مثل جوليان أوفري دو لاميتري، الطبيب والفيلسوف الذي عاش في القرن الثامن عشر، فقد تبنَّوا تصورًا أكثر عِلمانية، مُشَبِّهين الإنسان بالآلة، فيما عارَض الفيزيائي الإيطالي أليساندرو فولتا فكرة "كهربية الحيوان"، التي طرَحها أحدُ أقرانه، وهو لويجي جالفاني، واصفًا إياها بالقوة الحيوية التي تبُث الروح في المادة العضوية. ولعلَّ نفور فولتا من الطابع الميكانيكي هو ما دفعه إلى الخروج بهذا التصور.

وقد استُعيرت كذلك صورٌ مجازية جديدة من علم فراسة الدماغ في القرن التاسع عشر، وأيضًا من النظرية التطورية، ونظرية التثبيط في علم وظائف الأعضاء، القائلة إنّ الجهاز العصبي يمكنه كبح الأفعال والسلوكيات، ثم جاء عصر الاتصالات، وطالَعَنا بلغة جديدة لوصف الدماغ.



«فكرة الدماغ: تأريخ»
ماثيو كوب
دار النشر: بروفايل (2020)

صِدَام التصورات

أدَّى اكتشاف الخلايا العصبية في أواخر القرن التاسع عشر إلى وقوع صِدَام بين عدة صور مُتعارضة؛ فقد صوّر الإصلاحيون هذه الخلايا على أنها مكونات منفصلة، يمكن تشبيهها بالأسلاك والإشارات في منشآت الاتصالات، التي كانت حديثة العهد آنذاك. وعلى الجهة الأخرى.. صوّر المحافظون الجهاز العصبي على أنه شبكة متَّصلة، على غرار الدورة الدموية، معتقدين أن ذلك يفسّر كيفية عمل الوجدان والعقل؛ فبالنسبة لهم، كانت الإشارات المتباينة تدل على تصورات غير تقليدية عن العقل، بل وربما عن الروح أيضًا.

حلَّ بعد ذلك عقد الأربعينيات من القرن الماضي، حين تمخَّضت عن هذه التصوُّرات الأساسية وفرةٌ من الإحالات: إلى النول المسحور، والأشباح التي تسكن الآلات، والدوائر المنطقية، وأدمغة الزواحف، والمعالجات المتوازية، وحمولة العقل. يشير كوب -إشارة عابرة- إلى حاجتنا إلى استحداث صور مجازية جديدة، تُمكِّننا من استيعاب التطورات البحثية، بدءًا من الذكاء الاصطناعي، ومرورًا بالأدمغة المُصغرة المستنبتة في المختبرات، حتى الغرسات الدماغية، لكنّ المؤلف لم يبادر إلى ابتكار أمثلة على مثل تلك الصور المُستحدثة.

إنّ السردية التي يقدمها كوب ليست بالطرح الجديد، فلطالما اعترف مؤرخو العلوم وفلاسفته بما للمجاز من قوة معرفية في مجال العلوم. أما بالنسبة إلى غير المتخصصين من القرّاء، الذين يستهدفهم المؤلِّف بكتابه، فإن هذا الطرح يمثل إسهامًا مهمًّا.. فقليلٌ مَن قدَّم مثل هذه الرؤى السائغة، مدعومةً بأمثلة مختارة، وشروحٍ واضحة للعوامل المجتمعية التي تستند إليها. ولا يتوقف المؤلف عند هذا الحد، إذ يبرع كذلك في إظهار كيف أن للغة المجازية دورًا يتجاوز بكثير مجرد بلورة الموضوعات المعقدة صعبة الفهم، أو تبسيطها. فالمجاز يُغير الطريقة التي يتشكَّل بها التصوّر العلمي، عن طريق السماح بوجود تفسيرات جديدة، أو استلهام تجارب جديدة.

وعلى الرغم من هذا كلِّه، يذكِّرنا كوب أن المجاز يُخفي بقدر ما يُبدي. فعندما تَعرِض الصور المجازية أفكارًا ما بصورة مُقنعة كلَّ الإقناع، فإنها عادة ما تتجاهل عناصر أساسية في هذه الأفكار. فتشبيه الدماغ بالحاسوب -على سبيل المثال- قد يقعُ من النفس موقعًا حسنًا، غير أنه يتجاهل أن الدماغ عضو من أعضاء الجسم، بل وعضو واعٍ في هذه الحالة. ويتبدَّى قصور ما بحوزتنا الآن من صورٍ مجازية وتعابير لغوية عندما يتعلق الأمر بتخيُّل موقف يتداخل فيه العقليّ، مع الحِسِّي، مع العقلي المتجسد تداخلًا وثيقًا.

وهكذا، لم يكن للمجاز -على قوته- سوى دورٍ محدود

في تضييق فجوة الانقسامات التي تظهر أثناء سعي العلماء إلى فهم ماهية الدماغ. وبعد مُضيّ قرون من البحث العلمي، بما في ذلك التطورات الحديثة في استكشاف الوعي عبر تقنيات التصوير، مثل التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، ما زلنا عاجزين عن الإجابة عن تساؤل شكسبير في مسرحية «تاجر البندقية»: "أخبرني، أين يُولد الحب، أفي القلب، أم في العقل؟".

إننا لا نملك التوقف عن استخدام المجاز، فالعلماء يعتمدون على اللغة المجازية في تنظيم الأفكار والآراء وتوصيلها. أما اقتراب علوم الأعصاب من التوصُّل إلى تصوُّر مقنع عن الدماغ على مدار العقود المقبلة، فربما يكون متوقفًا على الاستيعاب الكامل لدور الصور المجازية. ومن ثم، فإن أول ما يتعيَّن أن يلتفت الباحثون إليه، أن يفطنوا إلى أن اختيارات الكلمات، وإنْ بدا بعضُها بريئًا، كثيرًا ما تنطوي على إيحاءات ضارة؛ إذ غالبًا ما تحمل أفكارُنا عن الدماغ انحيازًا وصورًا من التحامل وعدم الإنصاف، سواءً أكانت مرتبطة بالعرق، أم الطبقة الاجتماعية، أم الجنس، أم الميول الجنسية، أم الفاعلية.

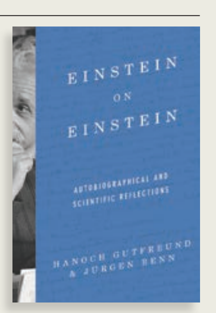
كان على كوب أن يُسهب أكثر عند تناوله لهذه الأمور؛ فلم تُذكر كلمة "عنصري" -على سبيل المثال- إلا بضع مرات على مدار الكتاب، بل لم تذكر سوى في الحواشي. ومع ذلك.. فإذا أعملنا شيئًا من التفكير، يتضح لنا أن الصور المجازية البريئة ظاهريًا، مثل توصيف وظائف بعينها بأنها "أرقى" أو "أدنى"، أو وصف هياكل تشريحية محددة بأنها "بدائية"، مثل هذه التعبيرات لا تخلو من عنصرية. فعندما أُطلقت الأوصاف للمرة الأولى، عكست وجهة نظر بشعة، مفادها أن الأجهزة العصبية للرجال البيض المنتمين إلى الطبقة الاجتماعية العليا، تجعلهم أرقى تطوريًّا من أولئك الذين تعرَّضوا لقَمْعهم داخل البلاد وخارجها. وبالمثل، فممَّا يبعث على الانزعاج أن نعلم أن منطقة بروكا، المشهورة بمعالجة اللغة، قد أُطلق عليها هذا الاسم نسبةً إلى الطبيب الفرنسي بول بروكا، الذي اعتنق مبدأ التراتب الهرمي للشعوب. وفضلًا عن ذلك.. فأنْ نكون في عام 2020، ونجدُ علماء ما زالوا يتحدثون عن "دماغ الأنثى" –تلك الفكرة التي يستهجنها المؤلف استهجانًا مستحقًا– فإن ذلك يمثل دليلًا على أن عامل الجنس (المصطلح الذي لم يَرِد ذِكره إلا في مراجع الكتاب فقط) لا يزال عاملًا حاسمًا في تصورات الكثيرين فيما يتعلق ببِنْية الدماغ. كما لم يتطرق كوب إلى ما قد يعنيه الترويج للتنوع العصبي بالنسبة إلى اللغة المجازية. وأيًّا كانت الصور المجازية التي قد تظهر مستقبلًا، فإن تلك التي تقبل وجود الاختلافات على نحو يشمل الجميع ستكون هي الأكثر عمقًا وتبصرًا.

يضع كتاب «فكرة الدماغ» مأزقنا الحاليَّ في إطاره الصحيح، ويجمع بين دفَّتيه الكثير من القضايا التي تستوجب الاهتمام. ورغم أن الكتاب في جُملته جيد للغاية، فقد كان بوسعه تقديم المزيد، لا سيما في وقت يتقبّل فيه المجتمع العلمي جوانب القصور المتجسدة في منظور الرجل الأبيض، الغربي، الثري، الذي لا ينتمي إلى مجموعات المثليين، ولا يعاني من إعاقة، غير أنني آمل أن يحُضّ هذا الكتاب على تدبُّر أسباب استقرار بعض الصور المجازية، دون غيرها، ومن أين نشأت، وكيف استمرت، وكيف تُحمّلنا تلك الصور عبء مدلولاتٍ خفيّة، تنتمي إلى ثقافاتٍ غابرة.

ستيفن كاسبر أستاذ التاريخ بجامعة كلاركسون، بوتسدام بولاية نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: scasper@clarkson.edu

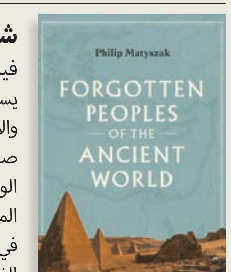
ملخصات الكتب



أينشتاين متحدثًا عن أينشتاين

هانوخ جوتفرويند، ويورجِن رِن، دار نشر جامعة برينستون (2020)

في مقاله الأخير، «مخطَّط سيرةٍ ذاتية» *Autobiographical Sketch*، أقَرّ أينشتاين بأن أقرانه من علماء الفيزياء كانوا يعارضون مَسعاه للجمْع بين النظرية النسبية العامة، وبين ميكانيكا الكَمّ، بيد أنه وجد عزاءه في القول المأثور عن الفيلسوف جوتهولد ليسينج: "البحث عن الحقيقة أثمن من امتلاكها". لم يرَ هذا العمل النور حتى عام 1955، حين صَدَرت طبعته الأولى باللغة الإنجليزية، من خلال هذه الدراسة المتميزة لمقالة أخرى صدرت في عام 1949، تحت عنوان: «مذكرات السيرة الذاتية» *Autobiographical Notes*، التي وصفها أينشتاين بأنها «نَعْيُه». ويقدم لنا عالِم الفيزياء هانوخ جوتفرويند، والمؤرخ يورجين رين في هذا الكتاب تعليقًا مشوِّقًا على تلك المذكِّرات.



شعوب العالَم القديم المنسية

فيليب ماتيزاك، دار نشر «تيمز آند هدسون» (2020)

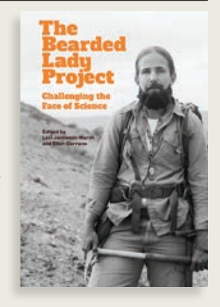
يستمد الغرب تصوراته عن العصور القديمة، في الأساس، من الحضارات المصرية، والبابلية، والآشورية، والعبرية، والإغريقية، والرومانية. أمَّا بقية الحضارات، فتُختزل، في أغلب الأحوال، إلى صور نَمطية. ويتساءل المؤرخ فيليب ماتيزاك: هل كان الفلستيُّون فلستيين حقًّا؟، وهل كانت شعوب الوندال وندالًا؟ يضع هذا المؤرخ بين أيدينا عرضًا موسوعيًّا مثيرًا، يتناول أربعين شعبًا من "الشعوب المنسيَّة"، ابتداءً بالأكّديين، قرابة عام 2330 قبل الميلاد، وانتهاءً بالهفتاليين (قبائل الهون البيض) في القرن الخامس الميلادي. وتضم الرسوم التوضيحية في هذه الموسوعة صورةً لعمل فني من الفسيفساء، على الطراز الروماني، يعود إلى شعب الوندال. فالونداليون، حسبما يذهب المؤرخون المعاصرون، أظهروا احترامًا للحضارة الرومانية، ولم يجعلوا جُلّ همِّهم لتشويهها، أو الإساءة إليها.



وظيفة جيّدة .. إذا استطعتَ الحصول عليها

جيسون برينان، دار نشر جامعة جونز هوبكنز (2020)

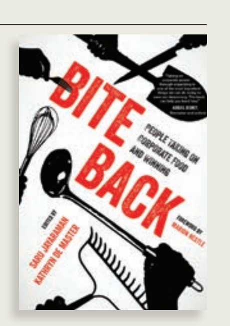
يقدِّم عالِم الاقتصاد والخبير الاستراتيجي جاسون برينان دليلًا عمليًّا شائقًا، منطلقًا من البيانات المدقَّقة، حول كيفية تحقيق النجاح في المجال الأكاديمي. ليس يَخفَى على برينان كيف أنّ النجاح يتطلَّب درجةً عاليةً من الاحترافية؛ غير أنَّه يتطرّق كذلك إلى جملةٍ من الأمور والاعتبارات الأخرى. فإذا لم يتسنَّ لحامل شهادة الدكتوراة اقتناص وظيفةٍ في السلك الأكاديمي، فليست هذه نهاية المطاف، كما أنَّ الجهد المبذول في الحصول على الدرجة لم يضِع هباءً. في الفصل المعنون بـ: «خيارات الانسحاب»، يخلُص برينان إلى أنَّه لا خلاف على أنَّ "الوظيفة الجامعية هي المقصد الذي لأجله تُبتَغى شهادة الدكتوراة"، ورغم ذلك.. يمكن إعادة استثمار هذه الشهادة في الحصول على وظائف أخرى متنوعة خارج الحقل الأكاديمي.



مشروع «سيدات مُلْتَحِيات»

تحرير: ليكسي جاميسون مارش، وإيلين كورانو، دار نشر جامعة كولومبيا (2020)

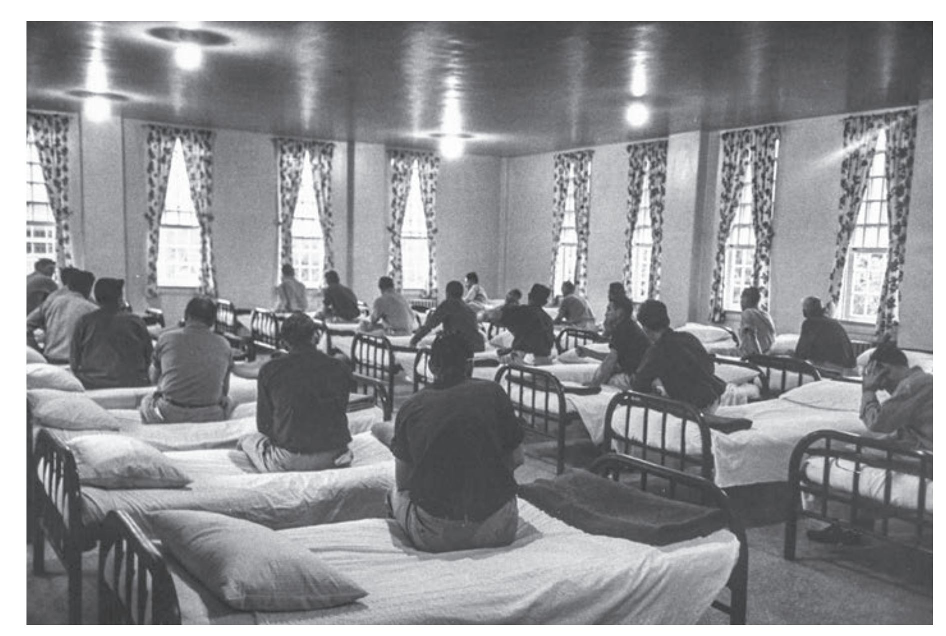
"كثيرات من "سيداتنا المُلْتَحِيات" صِرن عالمات حفريات محترفات؛ لأنهن أبَيْنَ قضاء جميع أيام العمل بين أربعة جدران، جالسات وراء مكاتبهن"، هكذا كَتَبَت عالمة الحفريات إيلين كورانو، التي شاركت مع صانعة الأفلام ليكسي جاميسون مارش في تأسيس مشروع «سيدات ملتحيات» Bearded Lady Project. وردت هذه العبارة في هذه السيرة المصورة، التي وضعتاها لهذا التعاون اللافت للنظر والغريب في آنٍ واحد. بدأ الأمر قبل ست سنوات، حين دفعهما الإحباط من هيمنة الذكور على مجالَي عملهما إلى إطلاق هذا المشروع. حينها، قالت كورانو مازحةً: "ربما كان عليَّ أن أُطلِق لِحْيَتي!". واليوم، تنشر كثيرات من باحثات الجيولوجيا صورهن بِلِحًى مستعارة.



ردّ الإساءة

تحرير: سارو جايرامان، وكاثرين دي ماستر، دار نشر جامعة كاليفورنيا (2020)

تحت هذا العنوان الذكي، تجمع المحامية سارو جايرامان، ومعها عالمة الاجتماع الريفي كاترين دي ماستر، عددًا من المقالات، تخلُصان منها إلى أن الشركات تتحكم في جزء كبير من غذائنا، نتيجة "لسيطرتها المُطلَقة على نظامنا الديمقراطي على نحوٍ لا يخضع لأي ضوابط". يضم الكتاب مقالاتٍ عن الحبوب، والعمالة، والجوع، كما يضم جملةً من الموضوعات الأخرى، تنطلق منها المحررتان إلى الدعوة إلى اتخاذ إجراءات فعلية، والحثِّ على إطلاق ردٍّ فعل جماعي، مثل دعوة سكان ولاية نيويورك إلى الضغط من أجل حظر التكسير الهيدروليكي، نظرًا إلى ما يسببه من أضرار محتملة على المزارع. وترى المحررتان أن المواجهة الشعبية المباشرة مع شركات الأغذية هي السبيل الوحيد للنجاح في إحداث التغيير المنشود. **أندرو روبنسون**



ROBERT W. KELLEY/THE LIFE IMAGES COLLECTION VIA GETTY

المرضى في مستشفى «ميلدجفيل» الحكومي، جورجيا، 1951.

الطبُّ النفسي أسيرًا لأفكار تفوُّق العِرق الأبيض

منذ البداية، كانت العنصرية الإطار المُحدِّد لشكل الرعاية التي يتلقَّاها أصحاب الأمراض العقلية في الولايات المتحدة. **ميكال راز**

كيف لثقافةٍ استعبَدت الناس، ولم تتورَّع عن الإعدام دون محاكمة، ووضعت نظام الفصل العنصري، أنْ تُقرر صحيح العقل من مُعتلِّه؟ بخصوص هذا السؤال، يدُور كتاب ماب سيجريست، الذي يبحث في إرث العبودية الذي يحملُهُ الطبُّ النفسي الأمريكي بصفةٍ عامة، ويتَّكئ عليه مستشفىً للصحة النفسية -كان معدودًا من أكبر المصحَّات النفسية على مستوى العالم إبَّان أربعينيات القرن المنصرم وخمسينياته- على وجه الخصوص.

سيجريست باحثةٌ نسوية مناهضة للعنصرية، تمزج في كتابها بين الوقائع المستمدة من المصادر الأرشيفية، والمشاهد المَصُوغة في قالب قصصي، لتؤلِّف منهما قصةً تمتد لأكثر من قرن من الرعاية الاحتجازية للمرضى العقليِّين بمستشفى «ميلدجفيل» Milledgeville سيِّئ السمعة في ولاية جورجيا. وإذ تروي المؤلِّفة تاريخ هذا المستشفى، المُفتتَح عام 1842، فإنها تُضفِّره مع الإطار الأوسع، المتمثّل في تاريخ الرعاية الصحية النفسية بالولايات المتحدة، ومع الدمار الذي خلَّفته الحرب الأهلية الأمريكية (1861-1865)، وكذا مع كثير من تجلّيات الاعتقاد بتفوّق العِرق الأبيض، ومظاهر العنف ضد المرأة.

وصحيحٌ أن الكتاب يسلُك ترتيبًا زمنيًا، غير أنَّه يتضمَّن عدَّة قفزات إلى وقتنا الحاضر، وهو ما قد يشتت انتباه القارئ. تبدأ سيجريست روايتها للأحداث باستحضار فترةٍ كان الرقُّ فيها السمة الغالبة، ولم تكن المصحَّات النفسية تقبل إلا البيض من المرضى. وبعد انقضاء الحرب، سلك الطب النفسي مسلكًا عنصريًا، ترى المؤلفة أنه لم يكن حتميًا بحال. وعندما شرع مستشفى ميلدجفيل في قبول المرضى السود، عام 1867، انتهج سياسة الفصل العنصري، مثله في ذلك مثل غيره من المصحّات النفسية في جميع أنحاء البلاد.

وتجلَّت تلك المعاملة العنصرية في حمل الرجال السود على إنجاز الأعمال الشاقة بمزرعة المؤسسة، كجزء من البرنامج العلاجي، بينما عمل البيض منهم كبستانيين. وفي الوقت الذي عملت فيه النساء البيضاوات بالخياطة، أُسنِدَت إلى النساء المُلونات مهام تنظيف الملابس. واستعانت المؤلِّفة بأرشيف المصحَّة للكشف عن أن مُخصصات المرضى البيض من لوازم الكتابة، والنعال المنزلية، والصابون وغيرها، كانت أكبر بكثير من تلك التي سُمح بها للمرضى السود، الذين عانوا -على الناحية الأخرى- من الإهمال والتمييز على نحوٍ يومي. والحقُّ أنَّ عددًا غير قليل منهم لَقُوا حتفهم بعد وقتٍ قصير من إلحاقهم بالمصحة؛ ما يعكس حالتهم الصحية المتردِّية من جهة، والأوضاع المُزرية التي قاسَوا منها، من جهةٍ أخرى.

كما تسلِّط سيجريست الضوء على أمورٍ جرى إغفالها فيما مضى. فبدلًا من التساؤل عن الكيفية التي قد تدمر بها العبودية نفسية الفرد، تساءل الأطباء المعالجون لمرضى أمريكيين أفارقة تحرروا من العبودية حديثًا، عمَّا إذا كانت صحتهم العقلية قد تضررت جرَّاء العتق. والأكثر من ذلك، أن هؤلاء المرضى جاءوا في الغالب من مقاطعات كانت فيها الممارسات العنصرية العنيفة على أشُدِّها، بل لقد كانت مسألة روتينية، بما في ذلك "الجَلد، والاعتداء الجسدي، والقتل". ورغم ذلك، بقي هذا التاريخ غير موثّق في كثير من الحالات. وعن الطب النفسي في مصحات الأمراض العقلية، كتبَتْ سيجريست أنه "لَزِمَ الصمت حيال الدماء التي سُفكت حوله"، مثلما سَكَتَ قبل ذلك عن عنف العبودية.



«إدارات الجنون: العنصرية والأشباح التي تطارد الطب النفسي الأمريكي في مصحة ميلدجفيل»
ماب سيجريست
دار نشر «ذا نيو برس» The New Press (2020)

آثار باقية

تغيَّر اسم مستشفى «ميلدجفيل» مراتٍ عدَّة، إلى أن استقرَّ في نهاية المطاف على «مستشفى الولاية المركزي»، قبل إغلاق المبنى الرئيسي في عام 2010. وفي الفصول الأخيرة من الكتاب، ترصُد سيجريست كيف أنه مع الاتِّجاه إلى إغلاق مستشفيات مماثلة، بدءًا من ثمانينيات القرن العشرين، حلّت محلَّها مؤسسات عقابية. فمع تضييق الخناق على دعم برامج الرعاية الاجتماعية، ارتفع عدد نزلاء السجون الأمريكية ارتفاعًا حادًّا، كان نصيب الملوَّنين والمرضى العقليين فيه أكبر من غيرهم. واليوم، نحو 90% من أسرَّة الرعاية النفسية في الولايات المتحدة توجد في السجون وأماكن الاحتجاز. وترى المؤلفة أنَّ الطب النفسي لن يكون قادرًا على الإفلات من "تبعات العبودية" إلى أن يتحمّل مسؤوليته حيال الأعداد الغفيرة من المرضى النفسيين المودَعين بالسجون.

النهجُ الذي تتبعه سيجريست حديث ومُبتكَر، وليس له في تاريخ الطب النفسي سابقة. فهي تعتمد على خيالها في تصوير الحياة داخل أسوار مصحّات الأمراض العقلية. تحكي، مثلًا، قصة فرانسيس إدواردز، وهي أمٌّ لسبعة أطفال، أُودِعَت في «ميلدجفيل» في عام 1856. أعملت المؤلفة قريحتها في تجسيد شعور تلك السيدة، فأوردت أنَّها شعرت بخفَّةٍ غريبة في ساعديها، وهي التي ما فتئت تحمل بهما صغارها، وأنَّ ثدييها قد "اعتصرهما الألم، إذ كانا ينوءان بغذاء وليدها". ولا تجد المؤلفة غضاضةً في التطرُّق إلى مواضيع لا يربطها بتاريخ الطب النفسي رابط مباشر بالضرورة؛ فتلفت الانتباه، مثلًا، إلى معدلات الوفاة المرتفعة بين الرضع في مجتمعات السود، وترصُد كيف شكَّلت هذه العوامل -ولا تزال- حالة الصحة العقلية عند نساء هذه المجتمعات.

كتاب سيجريست واحد من عدة كتب صدرت خلال السنوات القليلة الماضية، تتناول مسألة العِرق في تاريخ الطب النفسي والمصحّات النفسية. وإنْ كان أسلوب سيجريست الانطباعي، الذي يتداخل فيه الواقعيُّ بالمتخيَّل، يقف على النقيض من أعمال تتَّسم بدرجةٍ أعلى من الصرامة العلمية، لمؤرخين مثل مارتن سمرز في كتابه «الجنون في مدينة النوايا الرائعة» *Madness in the City of Magnificent Intentions*، وويندي جونافير في كتابها «المؤسسة العجيبة وابتكار الطب النفسي الحديث (1840 – 1880)» *The Peculiar Institute and the Making of Modern Psychiatry, 1840 -1880*.

غير أنَّ هذا النقص في جانب الوضوح تقابله زيادة في جانب جاذبية القراءة. فمع أن تجربة قراءة الكتاب قد لا تكون مريحة في بعض الأحيان، فهو كتابٌ قيِّم، يساعد على الكشف عن الدور الذي لعبته أفكار تفوق العِرق الأبيض في صياغة تعريف لمن يعانون مرضًا عقليًا، وطريقة رعايتهم، وكيف أنَّ هذه الأفكار لا تزال تُلقي بظلالها على الطب النفسي.

"ميكال راز" طبيب ومؤرخ في مجال السياسة الصحية في جامعة روتشستر، نيويورك.
البريد الإلكتروني: micalraz@rochester.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنباء وآراء

الفيزياء النووية

انكسارُ التناظر المرآتي النووي

برترام بلانك

في دراسة حديثة، نُشرت مؤخرًا بدورية *Nature*، اكتشف فريق من الباحثين أن نظرية التناظر المرآتي، التي تقول إنّ البِنْية النووية لا تتغير بإحلال النيوترونات محل البروتونات، والعكس، لا تنطبق على زوجٍ من النوى المتناظرة في الحالة القاعية.

إنّ الطبيعة مغرمةٌ بالتناظر. والأمثلة على ذلك تتَّسع لتشمل العوالم على اختلاف أحجامها، بدءًا من العالَم المرئي (الماكروسكوبي)، كشِباك العنكبوت، وأقراص عسل النحل، انتهاءً إلى العالَم غير المرئي (الميكروسكوبي) بما فيه من نسق منتظم يميز الذرات في الجزيئات، أو الإلكترونات حول النواة الذرية. وهذا التناظر متحقِّقٌ أيضًا على مستوى النوى، غير أن الباحث هوف وزملاءه[1] -في دراستهم المنشورة مؤخرًا بدورية *Nature*- يفيدون بإمكانية انكسار هذا التناظر.

تتكون نوى الذرات من نوعين مختلفين من الجسيمات: البروتونات، والنيوترونات. وهما -بصرف النظر عن شحنة البروتون- جسيمان متشابهان، إلى حدِّ أنهما -في كثير من الأحيان- يعامَلان على أنهما جسيمٌ واحد، يُعرف بالنيوكلون. ومن ثم، فإن أزواج النوى المتناظرة مرآتيًّا -التي تُستبدَل فيها أعداد النيوترونات بالبروتونات، والعكس- تحتفظ بخصائص متماثلة.

ولمزيد من التحديد.. فإن ترتيب مستويات الطاقة المرتبط بالحالات النووية لنواتين متناظرتين يُفترض أن يكون متماثلًا في النواتين، بدءًا من الحالة القاعيَّة التي تكون فيها النيوكليونات عند أدنى مستويات الطاقة الممكنة، وانتهاءً إلى حالات الاستثارة الناجمة عن الزيادة في مستويات الطاقة[2]. ورُغم ذلك.. فقد رُصد في السابق حدوث تغيُّر في ذلك الترتيب بين نواتين متناظرتين لدى تعرُّضهما لحالات الاستثارة[3]. وها هو هوف وفريقه يقولون بإمكان كَسْر هذا التناظر المرآتي في الحالات القاعية المُقيَّدة للنواة (شكل 1)، إذ ذكر الباحثون أنه لدى دراسة نواتَي نظير البروم-73، ونظير السترونتيوم-73، وهما زوجان متناظران، في الحالة القاعية لهما، لوحظ أن كلًّا منهما لا تمثل ببساطة "صورةً مرآتية" للأخرى، جرت فيها مبادلة بين البروتونات بالنيوترونات، أو العكس، وإنما رُصد كذلك أنهما مختلفتان من حيث تشكيلة البروتونات والنيوترونات بهما.

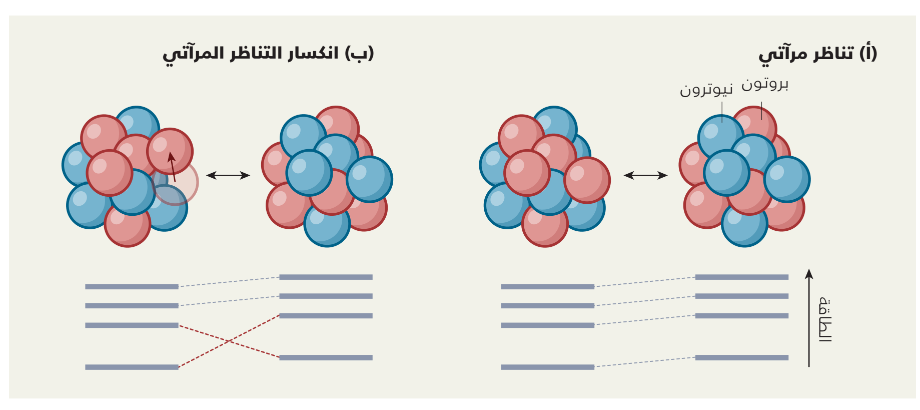
إذًا، كيف ينشأ ذلك الاختلاف؟ يُعَدّ الكُوارك (quark) أبسط وحدةٍ بنائية للمادة نعرفها اليوم، ويوجد من الكواركات ستة أنواع. ويتألَّف البروتون والنيوترون كلاهما من ثلاثة كواركات. أما الاختلاف الأهمُّ بينهما، فيكمُن في اختلاف في مجموعات الكواركات في كلٍّ منهما. وهو اختلاف يمنح البروتون شحنة كهربية موجبة (+1)، بينما يبقى النيوترون متعادلًا (بدون شحنة). ومن الجدير بالذكر أن التفاعل النوويَّ القوي الذي يربط بين النيوكلونات داخل النواة الذرية هو في جوهره التفاعل نفسه بين البروتونات وبعضها، والنيوترونات وبعضها، إلا أنه -في حال البروتونات- يتزايد التنافر الكهربي بين الجسيمات ذات الشحنات المتطابقة. وعند بناء نواتين ذريتين متناظرتين مرآتيًّا، تضمُّ إحداهما عدد Z من البروتونات، وعدد N من النيوترونات، بينما تضمُّ الأخرى عدد N من البروتونات، وعدد Z من النيوترونات، فإن ذلك التنافر يضيف طاقة (كتلة) عامة إضافية إلى النواة التي تشتمل على عدد أكبر من البروتونات، غير أنه لا يُعدِّل ترتيب البروتونات والنيوترونات. ويفسر هذا التناظر التطابق شبه التامِّ بين خصائص عدة في النواتين المتناظرتين: من حيث الشكل، ومن حيث سلوكهما عند الاستثارة (أي إكسابهما طاقة)، وكذلك من حيث خواص عمليات الاضمحلال التي تَفقِد النواةُ غيرُ المستقرة خلالها بعضًا من طاقتها، عبر إطلاق الجسيمات، أو الإشعاع.

ومن أجل تحديد الخواص النووية لنواةٍ بعينها، بما في ذلك مستويات الطاقة الخاصة بها، تُضَخ كمية من الطاقة بهذه النواة (عن طريق مصادمتها بنواة أخرى، على سبيل المثال)، ومن ثم تُرصَد عملية الاضمحلال التي تنبعث خلالها أشعة جاما من النواة المستثارة. ويُذكر أن الاختلاف[3] الذي سبق رصدُه في ترتيب مستويات الطاقة لنواتين متناظرتين في حالة استثارة قد حدث بصفةٍ خاصة عند مستويات استثارة عالية، تزداد عندها كثافة الحالات (أي تقارب حالات الطاقة المتجاورة). ويشير هذا الاختلاف في مستويات الطاقة إلى أن التناظر المرآتي هو تناظُر تقريبي، قابلٌ للكسر تحت ظروفٍ معينة.

كما سبق رصد اختلافٍ بنيوي عند الحالات القاعية للنواة[4]، وذلك في زوجٍ واحدٍ فقط من النوى المتناظرة مرآتيًّا، وهما نظير النيتروجين-16، ونظير الفلور-16، لكنْ في تلك الحالة كانت إحدى النواتين (نواة نظير الفلور-16) حرة؛ بمعنى أن قوة التنافر بين بروتوناتها أكبر من قوة التجاذب بين هذه البروتونات الناتجة عن القوة النووية الشديدة. ومن ثم، يكون اضمحلال هذه النواة سريعًا، عبر تحرير بروتون خلال 10-20 ثانية (انظر المرجع رقم 5) تقريبًا، وهي مدة زمنية مُقارِبة للزمن الذي يستغرقه نيوكلون للانتقال عبر النواة. أما نظير النيتروجين-16، فهو أكثر استقرارًا، إذ يصل عمره النصفيُّ إلى حوالي 7 ثوانٍ (انظر المرجع رقم 6). ومن ثم، يمكن إرجاع الاختلاف المرآتي بين هاتين النواتين المتناظرتين إلى الطبيعة الحرة لإحداهما.

ويشير هوف وفريقه إلى أن الوضع مختلف في حال نظير البروم-73، ونظير السترونتيوم-73، بالنظر إلى أن كليهما طويل العمر، وشبه مستقر. ولكي تكسر الطبيعة التناظر المرآتيَّ بينهما، لجأت إلى هذه الحيلة: جعلت الحالة القاعية لدى كلتا النواتين شديدة القُرب -من حيث مقدار الطاقة بها- من حالة الاستثارة الأولى لكلٍّ منهما. ومن هنا، يتبيَّن أن التناظر المرآتي، لكونه تناظرًا تقريبيًّا فحسب، يمكن كَسْرُه عن طريق التبديل بين الحالة القاعية، وحالة الاستثارة الأولى في إحدى النواتين المتناظرتين.

لقد أفاض علماء الفيزياء النووية في وصف خصائص نظير البروم-73 على مدى 50 عامًا[7]، أما المعلومات المتوفرة لدينا حول نظير السترونتيوم-73، فلا تزال محدودة، بيد أن لدينا قيمة تقديرية لعمره النصفي[8]، ونعرف النمط الأقوى لاضمحلاله[9]. الجديد في دراسة هوف وفريقه هو أنهم لم يدرسوا خصائص نظير السترونتيوم-73 بصورةٍ مباشرة، وإنما من خلال دراسة عمليَّتَي الاضمحلال الإشعاعي المتعاقبتين لهذا النظير؛ إذ تحدث عملية الاضمحلال الأولى عن طريق



شكل 1 | انكسار التناظر المرآتي لنواتين. (أ) في زوجٍ من النوى المتناظرة مرآتيًّا، يكون عدد البروتونات في إحدى النواتين مساويًا لعدد النيوترونات في النواة الأخرى، والعكس بالعكس. وفي التناظر المرآتي المثالي، تكون البنية النووية، وكذلك مستويات الطاقة في الحالة القاعية والمُثارة (الممثلة بالشكل على هيئة الخطوط المتقطعة الواصلة بين الحالات المتكافئة) متماثلة بشكلٍ جوهري عند تبديل عدد البروتونات والنيوترونات، باستثناء تغيُّر إجمالي طفيف ناجمٍ عن تنافر البروتونات في النواة التي تضمُّ عددًا أكبر من البروتونات. (ب) أفاد هوف وفريقه[1] بأن تشكيلة البروتونات والنيوترونات لنواتين تكوِّنان زوجًا متناظرًا مرآتيًّا قد تختلف في كل منهما عن الأخرى، وذلك في الحالة القاعية (حالة الطاقة الدنيا). وتشير الخطوط الحمراء المتقطعة بالشكل إلى أن مستويات الطاقة الدنيا في إحدى النواتين قد تبدَّلت، بخلاف ما يحدث في حالة التناظر المثالي (أ). ويوضح الشكل مثالًا بسيطًا على التناظر المرآتي في النوى الذرية، والكيفية التي قد ينكسر بها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إطلاق جسيمات بيتا، وتَنْتُج عنها حالة معينة في النواة الوليدة، وهي نظير الروبيديوم-73، الذي سرعان ما يضمحلُّ بدوره بإطلاق بروتون، فيكون الناتج هو نظير الكريبتون-72. وقد تمكَّن واضعو الدراسة، عن طريق رصد خواص عملية انبعاث البروتون، من استنتاج بِنْية الحالة التي ينبعث منها البروتون في نظير الروبيديوم-73، وأمكنهم من خلال ذلك التعرُّف على بِنْية الحالة القاعية لنظير السترونتيوم-73.

كما أتاحت النتائج التعرُّف على خاصية نووية أخرى لنظير السترونتيوم-73، تُعرف باللف المغزلي، وكشفت أمرًا غير متوقع، إذ تَبيَّن أن مقدار اللف المغزلي للحالة القاعية في نظير السترونتيوم-73 لا يساوي 2/1، كما في الحالة القاعية لنظير البروم-73، وإنما يبلغ 2/5، وبذلك يعادل مقدار حالة الاستثارة الأولى في النواة المناظِرة. ومن هنا، يتضح أن التناظر المرآتي ممكن في الحالة القاعية المقيَّدة لنواتين متناظرتين.

وبعد، فهل ينبغي النظر إلى انكسار التناظر المرآتي على أنه كارثة تَنسِف فهْمنا لبِنْية النواة الذرية؟ كلا، على الإطلاق، فانحراف النتائج عن التوقعات يَختبِر معرفتنا ببِنْية النواة، ويتيح لعلماء الفيزياء النووية تنقيح نماذجهم على النحو الذي يُنتِج تصورًا أفضل للنوى الذرية. وكما أوضح هوف وفريقه، فقد يكون انكسار التناظر المرآتي الذي رصدوه راجعًا إلى وجود شكلين متعارضين للنواة: شكل مُتطاول (أشبه بكرة الرَّجْبي)، وشكل مفلطح (كالقرص). كلا التكوينين يمنح النواة الطاقة والكتلة نفسيهما تقريبًا، كما يمكن لهذين الشكلين أن يتداخلا. وعليه، فإن انكسار التناظر بين نظير البروم-73، ونظير السترونتيوم-73 قد يكون نابعًا من التباين في درجة التداخل لدى كلتا النواتين.

وسيكون من المثير للاهتمام أن نرى إمكانية اكتشاف حالات أخرى لانكسار التناظر المرآتي عند الحالة القاعية. لا يبدو أن هناك نوى أخرى تضُمُّ عددًا من النيوكلونات مماثلًا لنظير البروم-73، ونظير السترونتيوم-73؛ لأننا لا نعرف نواةً أخرى تقترب حالتها المُثارة الأولى إلى هذا الحدِّ من الحالة القاعية لديها. ومع ذلك.. فإن النوى الأثقل مرشحة لتكرار هذا الانكسار المرآتي؛ لأن وجود عدد أكبر من النيوكلونات يعني إمكانية بناء عددٍ أكبر من مستويات الطاقة النووية، وهو ما من شأنه أن يحقق التقارب بين مستويات الطاقة تلك. وفي مقابل ذلك.. لا يمكن لنواتين أن تشكلا زوجًا متناظرًا مرآتيًّا، إذا كان العدد الكتلي (مجموع البروتونات والنيوترونات) لكلٍّ منهما يزيد على 100 تقريبًا (انظر المرجع رقم 10)؛ نظرًا إلى أن التفاعل النووي في هذه الحالة لن يستطيع التغلب على تَنافُر الشحنات الكهربية المرتبط بالتفاعلات بين البروتونات في النواة "الغنية بالبروتونات". ولا يزال السباق محمومًا، سعيًا إلى التوصُّل إلى حالات أخرى لانكسار التناظر المرآتي للنوى عند الحالات القاعية.

برترام بلانك باحث بمركز الدراسات النووية في بوردو- جرادينان، Gradignan Cedex 33175، فرنسا .

البريد الإلكتروني: blank@cenbg.in2p3.fr

1. Hoff, D. E. M. *et al. Nature* **580**, 52–55 (2020).
2. Boso, A. *et al. Acta Phys. Pol. B* **48**, 313–318 (2017).
3. Bentley, M. A. *et al. Phys. Rev. C* **73**, 024304 (2006).
4. Wu, Z. D. *et al. Phys. Rev. C* **89**, 054315 (2014).
5. Charity, R. J. *et al. Phys. Rev. C* **97**, 054318 (2018).
6. Dryák, P., Novotný, T., Kovář, P. & Králík, M. *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. A* **369**, 441–444 (1996).
7. Murray, G., White, W. J. K., Willmott, J. C. & Entwhistle, R. F. *Nucl. Phys. A* **142**, 21–34 (1970).
8. Sinclair, L. *et al. Phys. Rev. C* **100**, 044311 (2019).
9. Batchelder, J. C. *et al. Phys. Rev. C* **48**, 2593–2597 (1993).
10. Möller, P., Myers, W. D., Sagawa, H. & Yoshida, S. *Phys. Rev. Lett.* **108**, 052501 (2012).

علم الأعصاب

استجابةٌ محمومة للخطر: هل نخافُ فنركض، أم يدفعُنا الركض إلى الخوف؟

دايو لين

يمكن للضغط النفسيِّ أن يُطْلِق استجاباتٍ فسيولوجية، من بينها الارتفاع في درجة حرارة الجسم. وقد توصَّل العلماء إلى تحديد دائرة عصبية، مسؤولة عن إطلاق هذه الاستجابة الحرارية الناجمة عن الضغط النفسي.

تخيَّل أنك على وشك اعتلاء منصة، لإلقاء خطابٍ أمام جمهور كبير. وبينما أنت تنتظر، إذا قلبُك يَخفق، وأنفاسُك تتلاحق، وضغط دمك يرتفع، وإذا العرقُ يتفصَّد من راحتيك. هذه الاستجابات الفسيولوجية هي آليات تطورية احتفظت بها أجسامنا؛ تأهُّبًا للتصدي للأخطار المُحدقة، أو للإسراع بالهرب منها. ومن بين الاستجابات الأساسية، أيضًا، الارتفاع في درجة حرارة الجسم؛ إذ يمكن للضغط النفسي أن يتسبب في الإصابة بالحُمى -فيما يُعرف بالحُمى النفسية- في كثير من الثدييات، من القوارض إلى البشر[1,2]. فما هي الآلية العصبية التي ترتكز عليها هذه الظاهرة؟ في بحث منشور بدورية «ساينس» *Science*، يصف كاتاووكا وزملاؤه[3] دائرة عصبية تلعب دورًا محوريًّا في الإصابة بفرط الحرارة الناتج عن مؤثر نفسي.

> " تشير النتائج إلى أنَّ كبح الاستجابات الفسيولوجية للضغط العصبي يمكن أن يكون طريقةً فعَّالة للتخفيف من حدَّة المشاعر المرتبطة به".

تستند هذه الدراسة إلى إرث ضخم من البحوث التي أجراها فريق الباحثين نفسه، الذي بدأ في عام 2004، سعيًا إلى العثور على دائرة عصبية تحفِّز عملية توليد الحرارة، مُتخذين من الأنسجة الدهنية البُنية نقطة الانطلاق إلى إجراء هذه الدراسات[4]. ويُعَد الدهن البُنّي نوعًا من الدهنيات "الجيدة" التي تستطيع توليد الحرارة عند الحاجة. وقد تبيَّن أن تعطيل نشاط البروتينات الخاصة بالمُستقبِلات المسمَّاة «مستقبلات بيتا3- الأدرينالية» –الموجودة بوفرة في الدهون البُنية، التي تُمكِّن الأنسجة من الاستجابة للإشارات القادمة من الخلايا العصبية– من شأنه التخفيف من فرط الحرارة الناجم عن الضغط النفسي[5].

في الدراسة المنشورة في عام 2004، حقَن الباحثون "مُتتبعات راجعة" فيروسية في أنسجة الدهون البُنية للجرذان. تتحرك هذه المتتبعات خلال الخلايا العصبية المتصلة مع بعضها البعض، بما يتيح للباحثين تحديد مناطق الدماغ التي تخرج منها الخلايا العصبية، متجهة إلى تلك الأنسجة الدهنية[4]. وقد كشفت هذه الطريقة عن وجود خلايا عصبية في منطقة بجذع المخ، تُسمى الرفاء النخاعي المنقاري (rMR)، تتصل بالدهون البُنية. وفي وقتٍ لاحق، أشار الفريق[2] إلى منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى (DMH)، باعتبارها واحدةً من المناطق الدماغية الأساسية التي ينطلق منها مسار الإشارات العصبية باتجاه الرفاء النخاعي المنقاري. وعندما أجرى الباحثون عملية تحفيز اصطناعي للمسار العصبي الممتد بين هاتين المنطقتين -منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، ومنطقة الرفاء النخاعي المنقاري- لاحظوا زيادة في النشاط العصبي، وكذا في معدل توليد الحرارة في الدهون البُنّية. وبشكل غير متوقع، تبيَّن أن تنشيط هذا المسار يؤدي أيضًا إلى تسارع ضربات القلب، وارتفاع ضغط الدم، مما يشير إلى إمكانية الاعتماد على هذا المسار العصبي في تنظيم العديد من الاستجابات الفسيولوجية أثناء التعرض للضغط العصبي.

غالبًا ما يتضمن الضغط النفسي عند البشر استيعابًا لمواقف معقدة، ومن ثم، فقد يتطلب صدور تعليمات من مناطق القشرة المخية المعنيَّة بالإدراك المعرفي. ومن هذا المنطلق، شرع كاتاووكا وزملاؤه -في الدراسة التي بين أيدينا- في تحديد مناطق القشرة المُخية التي يمكن أن ترسل هذه التعليمات إلى منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى. ومثلما فعلوا في دراستهم السابقة، اعتمدوا هذه المرة أيضًا على المُتتبعات الراجعة، غير أنهم حقنوها داخل منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، بحثًا عن الخلايا العصبية التي تترابط مع بعضها؛ مُكونةً الدائرة العصبية المولدة للحرارة. ووجدوا أن منطقة واحدة في القشرة المخية –لم تحظ إلا بالقليل من الدراسة– هي التي احتفظت ببصمةٍ واضحة للمُتتبِّعات. وتبيَّن أن هذه المنطقة من دماغ الجرذ، المعروفة بالقشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية -ويُشار إليها اختصارًا بـ(DP/DTT)- تتَّسم بدرجةٍ عاليةٍ من النشاط عقب الهزيمة الاجتماعية (ويُقصد بها ذلك التفاعل العدائي الذي يخسر فيه الحيوان معركة ضد حيوان آخر من جنسه، هو الجرذ المهيمن في هذه الحالة).

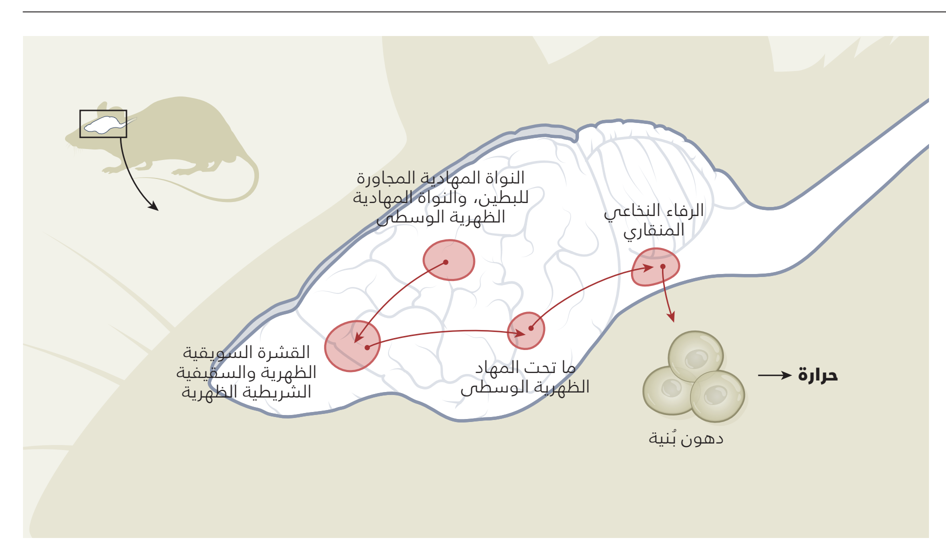
وللتعرُّف على الدور الذي تلعبه هذه المنطقة الدماغية في الاستجابات للضغط النفسي، أعاق الباحثون اتصالها بمنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، وذلك عبر ثلاث طرق. تعتمد الطريقة الأولى على تعطيل النشاط العصبي في منطقة القشرة السويقية الظهرية، والسقيفية الشريطية الظهرية باستخدام مُثبط كيميائي، فيما تعتمد الطريقة الثانية

على استخدام فيروس، لقتل الخلايا التي ترسل زوائد عصبية من هذه المنطقة إلى منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى. أما الطريقة الثالثة، فتقوم على اتباع نهج جينيٍّ مُعقد، يهدف إلى تثبيط النشاط بشكل مُحدَّد في الزوائد العصبية آنفة الذكر. وفي كل حالة من هذه الحالات الثلاث، أدى الإجراء الذي قام به الباحثون إلى تقليل استجابة فرط الحرارة الناجمة عن الضغط العصبي.

وفي مقابل ذلك، أدى التنشيط الاصطناعي لتلك الزوائد العصبية بين المنطقتين الدماغيتين إلى إطلاق مجموعة من الاستجابات، شملت ارتفاعًا في معدل ضربات القلب وضغط الدم، وتوليد حرارة في الدهون البُنية. وقد قدم فريق الباحثين دليلًا على أن الخلايا العصبية في القشرة السويقية الظهرية، والسقيفية الشريطية الظهرية، تُرسل إشاراتٍ تحفيزية إلى منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، وبيَّنوا أن الزوائد العصبية التي تخرج من القشرة السويقية الظهرية، والسقيفية الشريطية الظهرية، تنتهي في مكان قريب من منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، التي ترسل بدورها زوائد عصبية إلى الرفاء النخاعي المنقاري. ويمكن القول إن التجارب التي أجراها فريق الباحثين تدعم -في مجموعها- الفكرة القائلة إن المناطق الدماغية الثلاث (القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، ومنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطة، والرفاء النخاعي المنقاري) تُشكِّل مع النسيج الدُّهني البُني دائرة عصبية مسؤولة عن توليد الحرارة؛ استجابة للضغط العصبي (شكل 1).

هذا.. ولكن كيف تصل المعلومات الخاصة بالضغط العصبي إلى منطقة القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية؟ كشفت تجارب أخرى -استُخدمت فيها المُتتبعات الراجعة- عن أن أقوى المُدخلات الواردة إلى هذه المنطقة هي تلك الصادرة من المناطق المهادية، الواقعة عند الخط الناصف للدماغ، بما فيها النواة المهادية المجاورة للبطين (PVT)، والنواة المهادية الظهرية الوسطى (MD). تتسم النواة النواة المهادية المجاورة للبطين بأنها شديدة الحساسية للعديد من مُسببات الضغط العصبي، سواءً أكانت بدنية (مثل الشعور بالألم)، أم نفسية (مثل استشعار وجود مفترس بالجوار)[6]. وفي المقابل، تتفاعل النواة الظهرية الوسطى مع القشرة أمام الجبهية، لتيسير أداء بعض الوظائف الإدراكية المعقدة، مثل تعلّم التقعيد (وضع القواعد)، والقدرة على التجريد، والقدرة على التقييم، وفي حالة البشر: القدرة على التخيُّل[7]. وهكذا، فإن كل مُسببات الضغط المحتملة -من الألم البدني، حتى ترقُّب مواجهة مشكلات قانونية- يمكن أن تجد طريقها إلى القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية. أما كيفية تشفير هذه المُسببات المختلفة في هذه المنطقة، وما إذا كانت استجابات هذه المنطقة لمُسببات الضغط تتأثر بالخبرة المكتسبة، وما إذا كان القصور في خلايا هذه المنطقة يمكن أن يكون مسؤولًا عن الاستجابات غير الطبيعية للضغط العصبي، فهذه أمورٌ لا تزال محلّ تساؤل. وسوف تسهم الدراسات المستقبلية -المعتمدة على الفسيولوجيا الكهربية، أو التسجيل البصري لخلايا القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية- في الإجابة على هذه التساؤلات.

يرى الفيلسوف وعالِم النفس وليام جيمس أنَّ مشاعر الخوف ما هي إلا ترجمة للاستجابات الفسيولوجية التي



شكل 1. وصلات الدوائر العصبية للضغط العصبي. يكشف كاتاووكا وزملاؤه في بحثهم المنشور[3] عن منطقة تسمى القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية (DP/DTT)، تلعب دورًا في إحداث ما يُعرف بالحُمى النفسية؛ ويُقصد بها الارتفاع في درجة حرارة الجسم؛ استجابة لضغوط اجتماعية. ترِد المعلومات الخاصة بالضغط العصبي إلى هذه المنطقة من منطقتين أخريين، هما نواتان عصبيتان تابعتان للمهاد: النواة المهادية جار البطينية (PVT)، والنواة المهادية الظهرية الوسطى (MD). وبمجرد وصول المعلومات من هاتين النواتين، ترسل الخلايا العصبية في منطقة القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية إشاراتٍ تحفيزية عبر زوائدها إلى منطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى (DMH)، التي تُرسل بدورها زوائد عصبية إلى منطقة تسمى الرفاء النخاعي المنقاري (rMR). وفي النهاية، تتواصل خلايا هذه المنطقة الأخيرة -بشكلٍ غير مباشر- مع النسيج الدُّهني البُني، الذي يتولى عملية توليد الحرارة.

تعتري الجسم لدى مواجهة خطر ما، وليس العكس[8]. وبعبارةٍ أخرى، فبدلًا من الاعتقاد أننا نركض هربًا من دُب يهاجمنا لأننا خائفون، فإننا في الحقيقة خائفون لأننا نجري هربًا من الدب. وإذا صحَّ ما ذهب إليه جيمس، فيُفترَض أن يزول شعور الجرذان بالخوف، إذا ما أُعيقت استجاباتها الفسيولوجية للخطر. ومن هنا، بحث كاتاووكا وزملاؤه فيما إذا كان تثبيط المسار العصبي بين القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، ومنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، من شأنه أن يكبح شعور الخوف الذي ينتاب الجرذ عندما يوضع في مواجهة جرذ آخر عدوانيٍّ مُهيمِن، سبق أن هزمه مؤخرًا في تفاعلٍ اجتماعي يحقق أسباب الضغط العصبي، أم لا.

في الظروف العادية، يحاول الحيوان المنهزم أن ينأى بنفسه عن غريمه العدواني، كي لا يجلب لنفسه مزيدًا من الأذى. وفي المقابل، فإن الحيوانات غير الخبيرة، التي لم يسبق لها المرور بتجربة الهزيمة الاجتماعية، لا تُبدي أي دلائل للخوف، بل تتفحص الجرذ المهيمِن باهتمام بالغ. ومن الجدير بالملاحظة أنَّ الباحثين عندما أغلقوا المسار العصبي بين القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، ومنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى في الجرذان المهزومة، كان سلوك تلك الجرذان مماثلًا للجرذان التي تفتقر إلى الخبرة.

وهكذا، يتضح أنَّ التجلِّي السلوكيّ للخوف، بل وربما الشعور به (الذي يمكن الاستدلال عليه في حالة الجرذان من السلوكيات فحسب)، يتوقَّف على الاستجابات الجسمانية للخطر. وتقدِّم هذه النتائج مفتاحًا لفَهْم السبب الذي يجعل مِن أَخْذ نَفَس عميق قبل إلقاء خطبة أمام جمهور كبير عاملًا مساعدًا على تهدئتنا. كما تشير النتائج إلى أن كبح الاستجابات الفسيولوجية للضغط العصبي يمكن أن يكون طريقة فعالة للتخفيف من حدَّة المشاعر المرتبطة به. وتجدُر الإشارة في هذا السياق إلى أنَّ عملية تنظيم حرارة الجسم في الحالات غير المرتبطة بالضغط العصبي -ومنها، على سبيل المثال، التغيرات في درجة الحرارة الداخلية الناجمة عن الإصابة بعدوى، أو التعرُّض لتغيراتٍ في درجة الحرارة الخارجية- لا يجري تنظيمها بواسطة القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، ولكن بواسطة منطقة دماغيةٍ أخرى، تقع أعلى المسار العصبي لمنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى، وتُعرف بالمنطقة المهادية أمام البصرية[9]. ومن ثم، فيُفترض ألا يؤدي إغلاق المسار بين القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، ومنطقة ما تحت المهاد الظهرية الوسطى إلى التأثير على التنظيم اليومي لدرجة الحرارة. وعليه، فإذا ما أمكن التحكُّم في شبكة القشرة السويقية الظهرية والسقيفية الشريطية الظهرية، فلا يُستبعَد أن يكون ذلك سبيلًا إلى تخفيف الضغط النفسي المزمن.. وإنْ يكُن القطع بذلك سابقًا لأوانه.

دايو لين تعمل في معهد علم الأعصاب وقسم الطب النفسي بكلية الطب بجامعة نيويورك، نيويورك 10016، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: dayu.lin@nyulangone.org

1. Oka, T. *Temperature* **2**, 368–378 (2015).
2. Kataoka, N., Hioki, H., Kaneko, T. & Nakamura, K. *Cell Metab.* **20**, 346–358 (2014).
3. Kataoka, N., Shima, Y., Nakajima, K. & Nakamura, K. *Science* **367**, 1105–1112 (2020).
4. Nakamura, K. *et al. J. Neurosci.* **24**, 5370–5380 (2004).
5. Lkhagvasuren, B., Nakamura, Y., Oka, T., Sudo, N. & Nakamura, K. *Eur. J. Neurosci.* **34**, 1442–1452 (2011).
6. Penzo, M. A. *et al. Nature* **519**, 455–459 (2015).
7. Parnaudeau, S., Bolkan, S. S. & Kellendonk, C. *Biol. Psychiatry* **83**, 648–656 (2018).
8. James, W. *Mind* **9**, 188–205 (1884).
9. Morrison, S. F., Madden, C. J. & Tupone, D. *Cell Metab.* **19**, 741–756 (2014).

التنكُّس العصبي

"بوَّابةٌ بروتينية" ينفُذ منها بروتين الخَرَف إلى داخل الخلية العصبية

كاترين داينهارت

في كثير من الأمراض التنكُّسية العصبية، يُعزى تطوُّر المرض إلى انتشار تكتلاتٍ بروتينية في المخّ. وقد توصَّل العلماء إلى رصد جزيءٍ مستقبِل، يلعبُ دورًا في امتصاص الخلايا العصبية لواحدٍ من تلك البروتينات الضارة.

تشترك أمراضٌ تنكُّسية عصبية عدَّة في سمةٍ أساسية، هي حدوث تراكمٍ بطيءٍ لتكتلاتٍ بروتينية معيبة الطيّ في الخلايا العصبية بالمخ. ويُعدّ بروتين «تاو» tau -على وجه الخصوص- أحد تلك البروتينات التي يرتبط تراكمُها وانتشارها بظهور أشكالٍ عدَّة للخرف؛ أكثرُها شيوعًا مرض ألزهايمر، وكذلك مرض الاعتلال الدماغي الرضحي المزمن، الذي يرتبط بإصابات الرأس المتكررة. وفي بحثٍ نُشر مؤخرًا بدورية *Nature*، تقود جينيفر راوش[1] فريقًا بحثيًّا إلى الكشف عن كيفية انتشار هذا البروتين الضار؛ إذ رصدوا مستقبِلًا موجودًا على سطح الخلايا العصبية، يُمكِّن هذا البروتين من التنقُّل فيما بينها.

ففي أمراض الخرف المرتبطة بهذا البروتين، التي يُطلَق عليها «أمراض تاو»، يرتبط تطور المرض بانتشار طبقاتٍ متراكمة من البروتين في أنحاء المخ. ويُعتقَد أنَّ ذلك إنما يرجع إلى دخول النوع معيب الطيّ (المَرَضي) من البروتين إلى داخل الخلايا العصبية السليمة، حيث إنّ هذا النوع يتفاعل مع النوع العادي (الفسيولوجي) منه، الذي يوجد بالفعل داخل الخلية، ومن ثمَّ يعمل كقالبٍ لعملية الطيّ المَعيب للنوع الفسيولوجي، وهو ما يؤدي بدوره إلى نشر الخصائص المَرضية المرتبطة بالبروتين عبر شبكات الخلايا العصبية. ومن هذا المنطلق.. يولي العلماء اهتمامًا كبيرًا للكشف عن الآليات التي تُتيح للنوع المَرَضي من البروتين بأن يخرج من خليةٍ عصبية، ويدخل إلى أخرى.

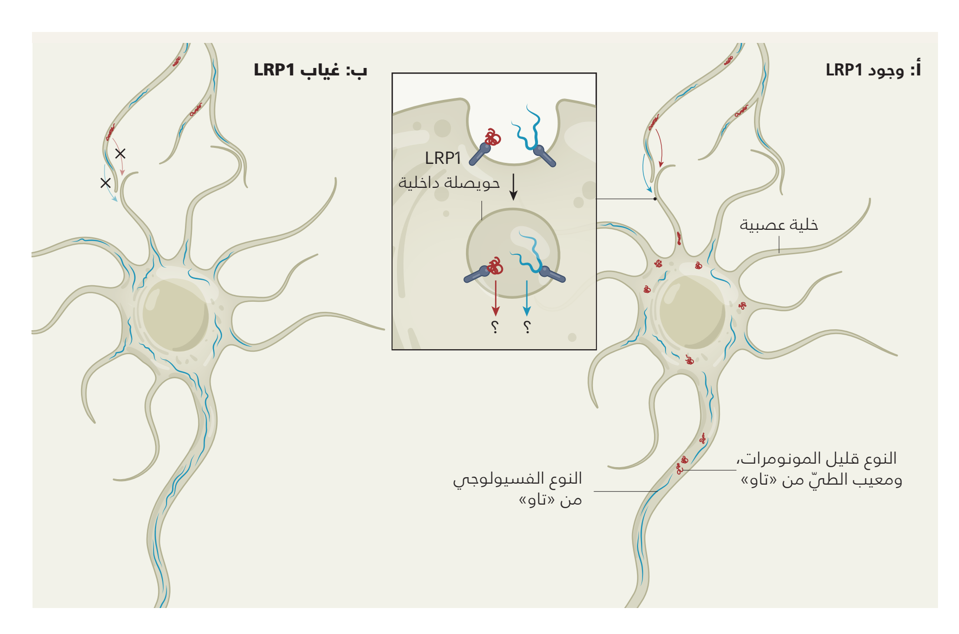
تجدُرُ الإشارة إلى أنَّ تفشِّي البروتينات المَرضية في مختلف أنحاء المخ يجري عبر عملية انتشارٍ نشط؛ فهو ليس مجرد نتيجةٍ تلقائية لتناثر محتويات الخلايا المُصابة (أو انتشارها انتشارًا سلبيًّا) إثر موتها وتحلُّلها[2]. فلِكَي يتمكن النوع معيب الطيّ من بروتين «تاو» من التفاعل مع النوع الفسيولوجي في سيتوبلازم الخلية العصبية المُستقبِلة للبروتين (شكل 1أ)، لا بد للغشاء الخارجي لتلك الخلية أن يتداخل تداخلًا نشطًا مع الغشاء الخارجي للخلية المُصدِّرة له. وقد سَعَت راوش وزملاؤها إلى معرفة ما إذا كان أحد أفراد عائلة المستقبلات البروتينية الدهنية منخفضة الكثافة (LDLR) -التي توجد على سطوح الخلايا العصبية- هو البروتين المسؤول عن إدخال بروتين «تاو» إلى الخلايا، أم لا.

ومن هُنا، عَمَد الباحثون إلى نزع جميع أفراد هذه العائلة البروتينية، واحدًا تلو الآخَر، من خلايا عصبية مزروعةٍ في مزرعةٍ خلوية. وكشفوا عن أنَّ إزالة البروتين الدُّهني منخفض الكثافة 1 (LRP1) -على وجه التحديد- قد نَتَجَ عنها انخفاض في معدَّلات دخول بروتين «تاو» في الخلايا العصبية. وممَّا يسترعي الانتباه أنَّ غياب هذا البروتين لم يحدّ من دخول بروتين «تاو» المَرَضي فحسب، وإنما حدَّ كذلك من دخول جميع الأنواع الفسيولوجية القابلة للذوبان فيه، وكذلك التكتلات الصغيرة (الأوليجومرات، أو البوليمرات قليلة المونومرات) من النوع المَرضي. ويشير ذلك إلى احتمالِ أن يكون بروتين LRP1 هو البروتين الذي يقف وراء تنظيم عملية انتقال بروتين «تاو»، بنوعَيْه؛ الفسيولوجي، والمَرضي. (وقد وصفت أبحاثٌ سابقة عملية انتقال النوع الفسيولوجي من البروتين عبر شبكات الخلايا العصبية[3]، وإنْ كان الدور الذي يؤديه هذا البروتين غير واضح بعد). كما رصد الفريق أنَّ نزع بروتين LRP1 قد ترتَّب عليه منع امتصاص الخلية لنسبةٍ من الشظايا الليفية الأكبر حجمًا من بروتين «تاو»، غير أنَّ هذه الشظايا يمكن امتصاصها أيضًا عبر آليات امتصاص أقلَّ تخصُّصًا، نعرف أنَّها تحدث في الخلايا العصبية[4].

وإضافةً إلى ذلك، أوضح الباحثون أنَّ بروتين «تاو» يتنافس على الارتباط ببروتين LRP1 مع مركباتٍ أخرى، من المعروف أنَّها ترتبط به، ومنها البروتين الناقل للدهون (ApoE)، ثم وضعوا بعد ذلك خريطةً للمواضع التي تتفاعل مع بعضها في بروتيني «تاو»، وLRP1، تحدِّد بدقة منطقتين في الجزء الموجود خارج الخلية من بروتين LRP1، إضافةً إلى سلسلةٍ مكشوفة من بقايا حمض اللايسين الأميني في النوع المَرضي من بروتين «تاو». وقد أدى استهداف هذه البقايا البروتينية باستخدام وسائل التثبيط الكيميائي إلى منع الخلايا العصبية من امتصاص البروتين؛ الأمر الذي يُبرِز أهمية الدور الذي تلعبه هذه البقايا.

إنّ النتائج التي يخرُجُ بها الباحثون من مزارع الخلايا لا تعبِّر -في كثيرٍ من الأحيان- عمَّا يحدث في الظروف المعقدة داخل أجسامِ الكائنات الحية. ولذا.. فمن أجل اختبار تلك العلاقة بين بروتين LRP1، وانتقال بروتين «تاو» عبر شبكات الخلايا العصبية بالمخ غير المصاب، أقدمَ الباحثون على تثبيط التعبير عن بروتين LRP1 في أمخاخ الفئران، ثم أتبعوا ذلك بتحفيز التعبير عن بروتين «تاو» البشري الطافر في منطقةٍ معينة من المخ؛ إذ المعروفُ عن هذا النوع الطافر من البروتين أنَّه ينتشر بسرعة عبر أمخاخ الفئران البرية، إلا أنَّه قد تبيَّن للباحثين أنَّ هذا البروتين قد ظلَّ منحصرًا -إلى حدٍّ بعيد- في المنطقة التي عُبِّرَ عنه فيها بأمخاخ الفئران التي نُزع منها بروتين LRP1 (شكل 1ب).

تكشِفُ هذه النتائج المثيرة عن أنَّ لبروتين LRP1 دورًا في انتقال بروتين «تاو» داخل المخ غير المصاب. ومما تجدُرُ الإشارة إليه، رُغم ذلك، أنَّ الباحثين قد قصروا تحليلهم على رصد بروتين «تاو» البشري معيب الطيّ في مناطق معيَّنة من المخ، تبتعدُ كثيرًا عن الموضع الذي حفزوا فيه التعبير عنه، وأنَّهم أخضعوا الفئران للفحص في مراحل مبكرة من انتشاره. وفضلًا عن ذلك، ليس ثمَّة ما يشير إلى أنَّ النوع الطافر من البروتين الذي انتشر في أمخاخ الفئران المُستخدَمة للمقارنة غني بصفائح بيتا، التي يكثُر وجودها في الطبقات المتراكمة من بروتين «تاو» في المخ المصاب بتنكُّسٍ عصبيّ. والحقُّ



شكل 1. مستقبِلٌ سطحي يُسهِّل امتصاص بروتين «تاو». تستطيع الأنواع معيبة الطيّ من بروتين «تاو» أن تنتشر داخل الخلايا العصبية في الأمراض التنكسية العصبية. الشكل أ: اكتشفت راوش وزملاؤها1 أنَّ بروتين LRP1 المنتشر على غشاء الخلية يعمل كمستقبِلٍ لبروتين «تاو» بنوعيه؛ المَرضي، والفسيولوجي، والأجزاء الليفية القصيرة (قليلة المونومرات) من النوع معيب الطيّ. ويؤدي الارتباط بين بروتيني LRP1 و«تاو» إلى امتصاص الخلايا العصبية للبروتين الأخير، وانتشاره بعدها خلال شبكات الخلايا العصبية المتصلة. وبمجرد دخوله في الخلايا، يستقر بروتين «تاو» في حجيراتٍ محاطة بأغشية تُسمى الحويصلات الداخلية. أما كيفية خروجه من أغشية تلك الحويصلات ونفاذه إلى السيتوبلازم، فما زالت مجهولة. الشكل ب: توضح راوش وزملاؤها أنَّ غياب المستقبِل LRP1 يمنع انتقال بروتين «تاو» عبر المخ في الفئران الحية، وهو ما قد يترتَّب عليه تثبيط انتشار المرض. (نظرًا إلى أن النوع الفسيولوجي من بروتين «تاو» يُنتَج في جميع الخلايا العصبية، فإنه منتشرٌ في جميع أنحاء الشبكات العصبية، وذلك على الرغم من عدم انتقاله).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنه لا دليلَ كذلك على تأثر صحة الخلايا العصبية بالسَّلب في أمخاخ فئران المقارنة من جرَّاء نشر هذا البروتين فيها. وعليه، فإنَّ النتائج التي خلُص إليها الباحثون لا تكفي للقطع بأنَّ لبروتين LRP1 دورًا في انتشار الخصائص المَرضية لبروتين «تاو»، أو أنَّ تثبيطه يمكن أن يمنع تطور المرض.

ورغم ذلك، فإنَّ اكتشاف مستقبِلٍ يُمكِّن بروتين «تاو» من الدخول إلى الخلايا العصبية يُمثل تقدمًا كبيرًا في فهْمنا لخصائصه البيولوجية، وطريقة انتشاره في المخ. ومن شأن هذا الاكتشاف أن يفتح الباب أمام إجراء تحليل مُفصَّل لعمليات نقل البروتينات وتأشيرها داخل الخلايا، وهي العمليات التي تنطلق عقب دخول بروتين «تاو» فيها، سواءٌ في الظروف الطبيعية، أم المَرضية. وربما يسهم ذلك في الوقوف على طبيعة الدور غير المفهوم جيدًا لانتقال النوع الفسيولوجي من البروتين عبر شبكات الخلايا العصبية. كما أنَّ هذا يصُبُّ مباشرةً في مصلحة الجهود الرامية إلى إيقاف انتشار البروتين باستخدام علاجات الأجسام المضادة؛ حيث إنّ غالبية هذه الأساليب العلاجية لا تُميز بين نوعي البروتين؛ الفسيولوجي، والمَرضي.

"إنَّ اكتشاف مستقبِلٍ يُمكِّن بروتين «تاو» من الدخول إلى الخلايا العصبية يمثل تقدمًا كبيرًا".

يُذكر أنَّ بروتين LRP1 من المستقبِلات البروتينية التي يُعبَّر عنها في الدماغ بكثافة. وفي الفئران، يسبب فقدان الخلايا العصبية لهذا المستقبِل خللًا في نقل الإشارات العصبية الاستثارية5، وقصورًا في الوظائف الحركية[6]. وإضافةً إلى ذلك.. أشارت بحوثٌ سابقة إلى أنَّه يُسهم في إزالة تراكمات الببتيد المعروف باسم «أميلويد-بيتا»[7] amyloid-β (الذي يرتبط تراكمه بمرض ألزهايمر)، كما أنَّ له دورًا في إصلاح الكساء المياليني، الذي يغلِّف الخلايا العصبية ويعزلها[8]. ورغم أنَّ نتائج الدراسة الجديدة ربما تشير إلى فوائد محتملة لتثبيط وظيفة بروتين LRP1، فقد لا يكون هذا الإجراء نافعًا بالضرورة من الناحية العلاجية؛ إذ إنَّ التأثير الإيجابي المحتمل لوقف انتشار بروتين «تاو» في المخ قد يقابله قصور في وظائف الشبكة العصبية، وزيادة في تراكم ببتيد «أميلويد-بيتا».

ومع ذلك.. يبقى أنَّ تحديد المستقبِل الموجود على سطح الخلية، الذي يسمح بدخول بروتين «تاو»، ضروري لدراسة آلية انتقال البروتين داخل الخلية العصبية، فما إنْ ينفُذ البروتين إلى داخل الخلية عبر ذلك المستقبِل، حتى يستقرّ في حجيراتٍ داخلها تُعرف بالحويصلات الداخلية، التي عادةً ما تُفرغ حمولتها (في حجيرةٍ أخرى تُعرف بالجسيمات المُحلِّلة)، أو يعاد إرسالها إلى سطح الخلية. أما كيفية إفلات بروتين «تاو» من الحويصلات الداخلية، ليتفاعل مع النوع الموجود بالخلايا، ويعملَ كقالب لعملية الطيِّ المعيب لذلك النوع في السيتوبلازم، فهو سؤالٌ لم تُعرف إجابته بعد. إنَّ اقترابنا من فهم تلك العملية قد يُمهِّد لإعادة توجيه البروتين الذي يدخل الخلية، بحيث يتحلَّل، أو يُطرد إلى خارجها.

إنَّ تحديد راوش وزملائها للبقايا المكوَّنة من أحماضٍ أمينية في بروتين «تاو»، التي تُمكِّنه من التفاعل مع بروتين LRP1، جنبًا إلى جنبٍ مع البِنى التي ظهرت حديثًا للتراكيب المختلفة للنوع المَرضي من بروتين «تاو»[9-11]، ربما يقود الباحثين -في نهاية المطاف- إلى تصميم جزيئاتٍ تستهدف ذلك البروتين؛ للحدِّ من انتشاره. ولعلَّ هذه الدراسة تكون بمثابة خطوةٍ أولى على طريق منع تطوُّر الأمراض المرتبطة ببروتين «تاو».

كاترين داينهارت باحثة في كلية العلوم البيئية وعلوم الحياة في جامعة ساوثهامبتون، ساوثهامبتون SO17 1BJ، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: k.deinhardt@soton.ac.uk

1. Rauch, J. N. *et al. Nature* **580**, 381–385 (2020).
2. Hallinan, G. I., Vargas-Caballero, M., West, J. & Deinhardt, K. *J. Neurosci.* **39**, 9623–9632 (2019).
3. Dujardin, S. *et al. Acta Neuropathol. Commun.* **2**, 14 (2014).
4. Bowen, S. *et al. Eur. J. Neurosci.* **25**, 2947–2955 (2007).
5. Nakajima, C. *et al. J. Biol. Chem.* **288**, 21909–21923 (2013).
6. May, P. *et al. Mol. Cell. Biol.* **24**, 8872–8883 (2004).
7. Liu, C. C. *et al. J. Neurosci.* **37**, 4023–4031 (2017).
8. Schäfer, I. *et al. Cells* **8**, 1550 (2019).
9. Falcon, B. *et al. Nature* **568**, 420–423 (2019).
10. Fitzpatrick, A. W. P. *et al. Nature* **547**, 185–190 (2017).
11. Zhang, W. *et al. Nature* https://doi.org/10.1038/s41586-020-2043-0 (2020).

علم الوراثة البشري

مشروعٌ بحثي ضخم يعزز قدرتنا على فهم الجينومات

ديانا إم. تشيرش

من خلال جهودٍ هائلة لتحديد التسلسلات الجينومية وتحليلها، أنتج باحثون مجموعات بيانات وأدوات هي الأكثر شمولًا حتى الآن من حيث ما تتيحه من فهم للتنوع الجيني لدى البشر. وسيكون مَورِد البيانات الذي أسفرت عنه جهود هؤلاء الباحثين مفيدًا للغاية لمتخصصي البيولوجيا على اختلافاتهم.

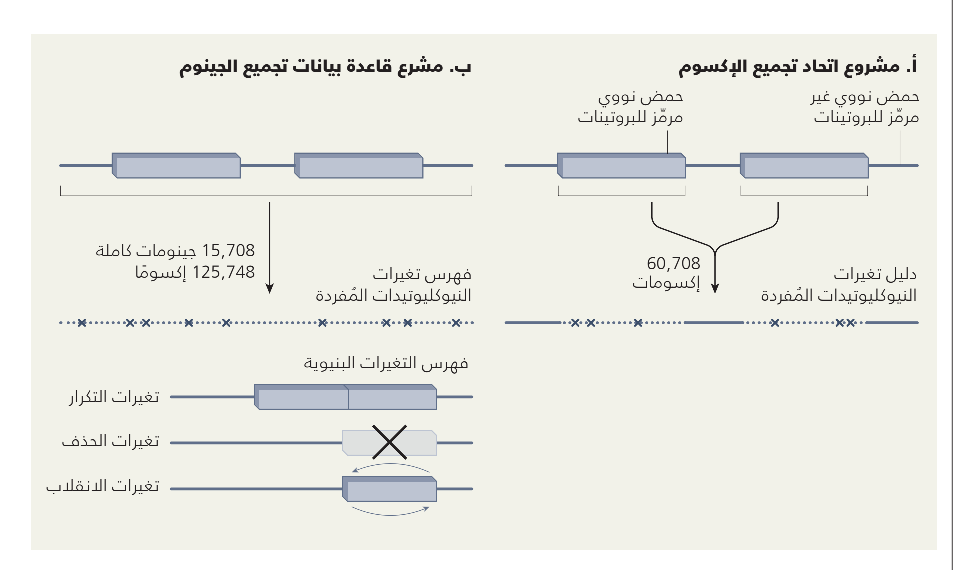
كيف تؤثر الاختلافات في الشفرة الجينية بين شخصٍ وآخر على نموِّنا وصحتنا كأفراد؟ لم يتمكن الباحثون حتى الآن من الإجابة عن هذا السؤال، بسبب عدة عوامل، أولها: أنَّ فهم التنوع الجيني يتطلب تحليل أعدادٍ هائلة من التسلسلات الجينية، لأنَّنا كبشر نحمل كثيرًا من التغيرات الجينية النادرة[1]. ومعظم هذه التغيرات ليس له أي تأثير، بينما يسبب عددٌ قليل فقط من هذه التغيرات أمراضًا جينية. وثاني تلك العوامل هو أنَّ معظم ما نفهمه عن التنوع الجيني لدى البشر جرى استقاؤه من دراسة تغيرات النيوكليوتيدات المفردة (SNVs)، لكنَّ التغيرات البنيوية، التي يزيد طولها عن 50 نيوكليوتيدًا، يمكن أن يكون لها تأثيرٌ أكبر على السمات الفسيولوجية، وتُعَد من العوامل الرئيسة المسببة للأمراض[2]. أما العامل الثالث الذي يعرقل الإجابة عن هذا السؤال، فهو عدم فهْمنا للتغيرات الجينية خارج التسلسلات المُرمِّزة للبروتينات، لكنْ في أربع ورقاتٍ بحثية نُشرت مؤخرًا في دورية *Nature*، حاول الاتحاد القائم على مشروع قاعدة بيانات تجميع الجينوم[3-6] (gnomAD) سدّ هذه الفجوات المعرفية.

يأتي هذا المشروع خلفًا لمشروع اتحاد تجميع الإكسوم[7] (ExAC)، الذي كان له تأثيرٌ كبير في مجاله، ووَضَع دليلًا للاختلافات الجينية في الأجزاء المرمِّزة للبروتينات بالجينوم (الإكسومات) لدى أكثر من 60 ألف شخص (الشكل 1). وقد حقق ذلك المشروع الأول نجاحًا غير مسبوق على صعيد التحليلات المتسقة التي أجراها على البيانات -إذ جمع بياناتٍ من مشروعاتٍ متنوعة، لإعادة تحليلها في سلسلة معالجة مشتركة- وكذلك على صعيد مشاركة البيانات، إذ أُتيحت بياناته للعلماء قبل وقتٍ طويل من نشر أبحاثه في عام 2016، وكان لها تأثيرٌ عميق على الكيفية التي يفسر بها الباحثون والأطباء واستشاريو الأمراض الجينية الخصائص الجينومية لدى المصابين بالأمراض الجينية.

في الورقة البحثية الأولى لمشروع قاعدة بيانات تجميع الجينوم، يصف الباحث كونراد كارشفسكي وزملاؤه[3] مجموعة بيانات المشروع، التي تتكون من 125,748 إكسومًا، و15,708 جينومات كاملة. وما يثير الاهتمام بالأخص هو اتجاه المشروع إلى تحديد تسلسلات الجينومات الكاملة، لأنَّ تحليل التسلسلات غير المرمزة للبروتينات يوفر معلوماتٍ حول كلٍّ من التغيرات البنيوية، وصور التنوع في تسلسلات الحمض النووي التي تنظم التعبير الجيني، وهي المعلومات التي تتناولها الأوراق البحثية المرفقة مع المشروع. ويتضمن موردِ المشروع تسلسلاتٍ جينومية تخص أشخاصًا من مجموعاتٍ سكانية متنوعة، منهم أفرادٌ من آسيا، وأفريقيا، لكنّ المؤلفين يشيرون إلى أنَّه ما زالت هناك حاجة إلى عيناتٍ ممثلة لمجموعاتٍ سكانية أكثر تنوعًا، لكشف المدى الكامل للتنوع الجيني البشري، وتوصيف مزيدٍ من التغيرات الجينية الخاصة بمجموعاتٍ سكانية بعينها.

بعد ذلك، يحلل كارشفسكي وزملاؤه التغيرات الجينية المرمِّزة للبروتينات في مجموعة بياناتهم. ويستندون في هذا إلى مقياسٍ وضعته المجموعة التي قامت على مشروع تجميع الإكسوم، لتقييم ما إذا كان جينٌ ما يمكنه "تحمُّل" التغيرات التي من المتوقع أن تمنع الوظائف الطبيعية للبروتين الذي يرمزه هذا الجين، أي بعبارةٍ أخرى؛ ما إذا كانت تلك التغيرات، المعروفة اختصارًا باسم (pLoF)، لها تأثيرٌ بسيط أو منعدم على الحالة الفسيولوجية للإنسان، أم أنَّها تسبب مشكلاتٍ صحية خطيرة، أو تؤدي إلى الوفاة. وهذا النوع من التحليلات مفيد، لأنَّ الجينات التي تعجز عن تحمُّل فقدان وظيفة ما ترمزه من بروتينات قد تكون ضروريةً للحياة، أو قد تتسبب طفراتها في الإصابة بأمراضٍ جينية.

وفي كل جينٍ، يقيس ذلك المقياس الذي وضعته المجموعة العدد المرصود من التغيرات المعوِّقة للوظائف الطبيعية للبروتين على مستوى كل مجموعةٍ سكانية، ويقارنه بالعدد المتوقع من تلك التغيرات بالنظر إلى معدل نشوء الطفرات في الجينومات على مدار عملية التطور، لكنْ نظرًا إلى أنَّ تلك التغيرات شديدة الندرة، لم يكن عدد الإكسومات التي تناولها مشروع تجميع الأكسوم (60 ألف إكسوم) كافيًا للقَطْع بما إذا كانت الجينات المدروسة كلها -لا سيما الجينات الصغيرة- عاجزة عن تحمُّل تلك التغيرات، أم لا. ولهذا، عُبِّر عن البيانات في صورة احتمالية تحمُّل جينٍ معين لوجود هذه التغيرات. وعلى النقيض من ذلك، يسمح الحجم الأكبر للمجموعات



الشكل 1 | فهرسة التنوع الجيني لدى البشر. (أ): في عام 2016، وضع مشروع اتحاد تجميع الإكسوم دليلًا للمواقع الموجودة في التسلسلات المرمزة للبروتينات (الإكسومات) بالجينوم البشري، التي يمكن أن تختلف فيها النيوكليوتيدات المفردة بين كل شخصٍ وغيره[7]. وتكونت قاعدة البيانات من إكسوماتٍ مأخوذة من 60,708 أشخاص. (ب): يأتي خلفًا لهذا المشروع مشروع آخر، يُعرف باسم مشروع قاعدة بيانات تجميع الجينوم، ويتضمن 15,708 تسلسلات جينومات كاملة، بالإضافة إلى 125,748 إكسومًا[3-6]. ولم يضع هذا المشروع الأخير دليلًا لتغيرات النيوكليوتيدات المفردة (SNVs) عبر الجينومات بأكملها فحسب، بل أيضًا التغيرات البنيوية الأكثر تعقيدًا، التي تتضمن 50 نيوكليوتيدًا، أو أكثر. وقد تشمل تلك التغيرات تغيرات حذف الحمض النووي، أو انقلابه، أو تكراره.

السكانية المشترِكة في سمات بعينها في مشروع قاعدة بيانات تجميع الجينوم بقياس مدى تحمُّل الجينات لفقدان وظائف بروتيناتها على نحوٍ أكثر دقة. وقد قسَّم كارشفسكي وزملاؤه الجينات إلى عشرِ مجموعات، وفقًا لمدى تكرار احتوائها على تغيراتٍ مسببة لفقدان وظيفة بروتيناتها، مقارنةً بالعدد المتوقع من هذه التغيرات، وأنتجوا بهذا طيفًا لمدى تحمُّل الجينات لتلك التغيرات. ويعني الحجم الأكبر للعينة أنَّ طول الجين لا يُعَد مشكلةً كبيرة في تحليلات المشروع، ومع ذلك.. لم يتمكن المؤلفون من وضع تقييمٍ دقيق لمدى تكرار ذلك النوع من التغيرات في الجينات التي كان من المتوقع أن تحتوي على عددٍ قليل منها، والتي تبلغ نسبتها 30%.

ورغم ذلك القيد، يستخدم الفريق البحثي نهجه هذا للحصول على معلوماتٍ جديدة عن الأسس الجينية للأمراض. فعلى سبيل المثال.. وجد المؤلفون أنَّ التغيراتٌ النادرة في الجينات العاجزة عن تحمل فقدان وظيفة بروتيناتها تحدث بشكل أكثر تكرارًا في المصابين بإعاقات ذهنية، وباضطراب طيف التوحد، عنها في غيرهم. وقد تساعد هذه البيانات الباحثين على فهم البنية الجينية المعقدة المسببة لهذه السمات.

وفي الورقة البحثية الثانية لمشروع قاعدة بيانات تجميع الجينوم، درست الباحثة بيريل كامينجز وزملاؤها[4] لماذا يمكن أحيانًا لبعض الجينات، التي تبدو عاجزةً عن تحمُّل التغيرات المسببة لفقدان وظيفة بروتيناتها، أن تحتوي على هذه التغيرات، دون أن يتسبب ذلك إلا في تبعاتٍ بسيطة، حسبما يبدو. فالجينات يمكن نسخها بطرقٍ مختلفة، وبعض المناطق المرمِّزة للبروتينات (الإكسونات) لا يُعبَّر عنها إلا بطريقةٍ محدودة. وقد أوضحت كامينجز وزملاؤها أنَّه عندما يحمل شخصٌ ما تغيرًا من تلك التغيرات في جينٍ عاجز عن التحمل، كثيرًا ما يكون هذا التغير في إكسونٍ يُعبَّر عنه بتلك الطريقة المحدودة، وبهذا يُحَد من تأثيره.

أما في الورقة الثالثة، فقد قيَّم الباحث إريك مينيكل وزملاؤه[5] كيف يمكن لقاعدة بيانات التغيرات التي تُفقد البروتينات وظائفها أن تحسِّن قدرتنا على تحديد الأهداف الجينية للعقاقير، إذ إنَّ تحديد الأفراد الذين يحملون تغيرين من هذه التغيرات في جينٍ معين يُعَد منشودًا لاكتشاف العقاقير، وذلك لأنَّه إنْ أبدى هؤلاء الأفراد أيضًا تغيرًا في سمةٍ معينة، فإنَّ ذلك يوفر دليلًا على أنَّ الجين يمكن أن يكون هدفًا جيدًا للأدوية[8]. وقد أوضح الفريق البحثي أنَّه ما زال هناك الكثير من الأخطاء في عملية تحديد تلك التغيرات الجينية، وأنَّه من الضروري مراقبة جودة تنفيذ تلك العملية. كما أشار إلى أنَّه من النادر للغاية أن يحمل شخصٌ ما تغيرين من تلك التغيرات في الجين نفسه، إلى درجة أنَّنا سنحتاج مجموعات أتراب، حجمها أكبر من مجموعات المشروع بحوالي ألف مرة، حتى نجمع أدلةً حاسمة على وجود تلك التغيرات في معظم الجينات.

وأحد الجوانب الأكثر إثارةً في ذلك المشروع هو الدليل الذي وضعه للتغيرات البنيوية، والذي وُصِفَ في الورقة الأخيرة التي ألفها الباحث ريان كولينز وزملاؤه[6]، إذ بُذلت فيه جهودٌ ممتازة لفهرسة التغيرات البنيوية، باستخدام تقنية تحديد التسلسلات الجينية عبر القراءات الطويلة[9]. ومع ذلك، كانت أحجام العينات المدروسة صغيرة، نظرًا إلى التكلفة، والافتقار إلى سلاسل معالجة معيارية تصلح لهذا النهج، لكنِّي أتوقع تحسُّن هذا الوضع في المستقبل القريب. وعلى النقيض من ذلك، فإنَّ تحديد التغيرات البنيوية من خلال تقنية تحديد التسلسلات عبر القراءات القصيرة صعب من الناحية التقنية، لأنَّ تلك التغيرات كثيرًا ما تكون أكبر من الطول المعتاد لأجزاء التسلسلات التي تقرأها تلك التقنية، كما أنَّها قد تنشأ عبر مجموعةٍ متنوعة من آليات الطفرات، وهو ما يتسبب في وجود أنواعٍ كثيرة من تلك التغيرات (مثل تغيرات تكرار الحمض النوويّ، أو حذفه، أو انقلابه)، يترك كلٌّ منها بصماتٍ مختلفة في الجينوم. وقد أدى ذلك إلى تطوير عديدٍ من الأدوات، لتحديد التغيرات البنيوية من القراءات القصيرة، لكن لم يكن من بينها سلسلة معالجة "معيارية" مصممة لهذا الغرض.

وقد سعى كولينز وزملاؤه إلى معالجة هذه المشكلة، عن طريق تطوير سلسلة معالجة تسمح بإجراء تحليلاتٍ متسقة على آلاف الجينومات. وقد تصبح تلك السلسلة النموذج الذي تتبعه الصناعة للكشف عن التغيرات البنيوية على مستوى كل مجموعةٍ سكانية، من خلال التسلسلات قصيرة القراءات.

وقد وضع مؤلفو الورقة دليلًا يضم أكثر من 300 ألف تغيرٍ بنيوي عالي الجودة، أي أكثر من ضعف ما أنتجته التحليلات السابقة، ثم بدأوا في تقييم مدى إسهام التغيرات البنيوية في السمات الفسيولوجية. وقد كشف هذا التحليل بعض الأدلة على حدوث عملية انتقاءٍ طبيعي تقاوِم التغيرات البنيوية في التسلسلات غير المرمِّزة للبروتينات، التي تتحكم في التعبير الجيني. وكما كان متوقعًا، كانت عملية الانتقاء الطبيعي المقاوِمة للتغيرات البنيوية تحدث بصورة أقوى في المناطق المرمِّزة للبروتينات. ويشير هذا إلى قدرة الجينات على تحمُّل مزيدٍ من التغيرات في المناطق غير المرمِّزة للبروتينات، مقارنةً بغيرها، وإلى أنَّنا سنحتاج إلى مجموعات أتراب أكبر حجمًا من ذلك (أو طرقٍ أخرى)، لنبدأ في تحليل التغيرات في المناطق غير المرمِّزة للبروتينات على نحوٍ أكثر إحكامًا. وقد وجد الباحثون أيضًا أنَّ التغيرات البنيويةَ مسؤولة عن حوالي ربع الأحداث القاطعة للبروتينات. هذا التحليل الروتيني للتغيرات البنيوية -إلى جانب تحليل تغيرات النيوكليوتيدات المفردة والتعبير الجيني- سيكون بالغ الأهمية لتفسير خصائص الجينومات المفردة. وقد حقق كولينز وزملاؤه خطوةً مهمة في هذا الصدد. ويوفر مَوردِ قاعدة بيانات تجميع الجينوم أدواتٍ لمساعدة الباحثين الآخرين على الاستمرار في هذا المسار.

الفكرة المتكررة والمثيرة للاهتمام في هذه الأوراق البحثية هو أنَّنا -رغم حجم مجموعات الأتراب المدروسة- ما زلنا نفتقر إلى الأرقام اللازمة لإجراء عديدٍ من التحليلات. ولهذا.. ينبغي -بلا شك- الاستمرار في تحديد تسلسلات جينومات مجموعاتٍ أكبر من الأتراب، لكنَّ هذا النهج وحده لن يتيح لنا أن نفهم -بصورة تامة- العلاقات بين الجينات البشرية والسمات على مستويَي الخلايا، والكائنات الحية. فنحن بحاجة إلى مقاربات قابلة للتوسع، لوضع مخطط للاختلافات الجينية في صورة خلايا بشرية، وسمات خلوية مُوصَّفة بوضوح، يمكن متابعتها، لنستطيع دراسة التأثير الفسيولوجي لتلك الاختلافات مباشرةً. وهذا النهج البيولوجي التدخلي سيعزز علم الوراثة السكانية بدرجةٍ كبيرة، ويسرع فهْمنا لبيولوجيا البشر.

وقد أتاح اتحاد قاعدة بيانات تجميع الجينوم بياناته للجمهور بالفعل. والتأثير العلمي الذي سينتج عن هذا المشروع يتجاوز -بكثير- تأثير مجموعة أبحاثه الحالية، التي لا تتضمن فقط الأوراق البحثية المنشورة مؤخرًا في دورية *Nature*، بل تشمل أيضًا مجموعةً من الأوراق الأخرى، نُشرت في دورياتها الشقيقة (go.nature.com/2zgfxr2). وهذا المشروع، شأنه شأن مشروع اتحاد تجميع الإكسوم السابق له، سيغير طريقة تفسيرنا لخصائص الجينومات المفردة. فقد كشفت أبحاثه كَمّ المعلومات التي كنا نجهلها عن التنوع الجيني لدى البشر، ووفرت أدواتٍ ستساعدنا على فهم الجينومات على نحوٍ أفضل، على كلٍّ من مستوى الأفراد، ومستوى المجموعات السكانية. وإنني لأتطلع بشوق بالغ إلى ما يحمله لنا المستقبل في هذا الصدد.

ديانا إم. تشيرش تعمل في شركة «إنسكريبتا» Inscripta بمدينة بولدر، 80301 كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: deanna.church@inscripta.com

1. Auton, A. *et al. Nature* **526**, 68–74 (2015).
2. Chiang, C. *et al. Nature Genet.* **49**, 692–699 (2017).
3. Karczewski, K. J. *et al. Nature* **581**, 434–443 (2020).
4. Cummings, B. B. *et al. Nature* **581**, 452–458 (2020).
5. Minikel, E. V. *et al. Nature* **581**, 459–464 (2020).
6. Collins, R. L. *et al. Nature* **581**, 444–451 (2020).
7. Lek, M. *et al. Nature* **536**, 285–291 (2016).
8. Plenge, R. M., Scolnick, E. M. & Altshuler, D. *Nature Rev. Drug Discov.* **12**, 581–594 (2013).
9. Chaisson, M. J. P. *et al. Nature Commun.* **10**, 1784 (2019).

ملخصات الأبحاث

تحليل الزجاجات البلاستيكية وإعادة تدويرها

تشير التقديرات الحالية إلى أنَّه من بين كمية المواد البلاستيكية التي تُنتج سنويًّا على مستوى العالم، والتي تبلغ 359 مليون طن، هناك ما يتراوح بين 150 و200 مليون طن ينتهي بها المطاف في مكبّات النفايات، أو في البيئة الطبيعية. وتُعَد مادة البولي إيثيلين تيرفثالات (PET) المادة الأكثر وفرةً بين لدائن البوليستر، إذ يُصنع منها قرابة 70 مليون طن من المواد البلاستيكية سنويًّا على مستوى العالم، لتُستخدم في المنسوجات والتغليف. وتؤدي عملية إعادة التدوير الأساسية لمادة البولي إيثيلين تيرفثالات -عبر وسائل ميكانيكية حرارية- إلى فقدان المادة لخصائصها الكيميائية. ومن ثم، يُفضَّل تصنيعها من الصفر، بدلًا من إعادة تدويرها، وهو ما يعني تراكم مزيد من المخلفات. ونظرًا إلى احتوائها على نسبةٍ عالية من وحدات التيرفثالات الأروماتية، التي تقلل قدرة السلاسل على الحركة، فإنَّها تُعَد من البوليسترات التي يصعب تحلُّلها في الماء. وقد أشارت أبحاثٌ سابقة إلى عدة إنزيمات قادرة على تحفيز تحلُّل البوليسترات في الماء، ولكنْ يَعيبُها أنها محدودة الإنتاجية. وفي هذا البحث المنشور، يسلط الباحثون الضوء على إنزيمٍ مطور، يحفز تحلُّل البولي إيثيلين تيرفثالات في الماء؛ إذ يفكك خلال عشر ساعات نسبةً لا تقل عن 90% من بوليمرات المادة إلى مونومرات، بمعدل إنتاجيةٍ يبلغ 16.7 جرام من التيرفثالات لكل لتر كل ساعة (200 جرام لكل كيلوجرام من مُعلَّق البولي إيثيلين تيرفثالات، عندما يكون تركيز الإنزيم 3 مللي جرام لكل جرام من المادة). وبذا.. يفوق أداء هذا الإنزيم المُحسَّن عالي الكفاءة أداء جميع الإنزيمات التي أفادت الدراسات حتى الآن بقدرتها على تحفيز تحلُّل البولي إيثيلين تيرفثالات في الماء، بما في ذلك إنزيمٌ مُستخلَص من السلالة رقم 201-F69 من بكتيريا *Ideonella sakaiensis* (حتى حين يُحفَّز ذلك الإنزيم بإنزيمٍ ثانوي)، وما شابهها من الأنواع المختلفة المطورة التي جذبت الاهتمام مؤخرًا. ويذهب الباحثون إلى أبعد من ذلك.. قائلين إنه يمكن إعادة تدوير مادة بولي إيثيلين تيرفثالات بيولوجيًّا، مع الاحتفاظ بالخصائص البتروكيميائية نفسها للمادة، وذلك باستخدام مخلفات البولي إيثيلين تيرفثالات، التي فُككت بوليمراتها عن طريق الإنزيم، قبل معالجتها؛ لتحويلها إلى زجاجات. ومن شأن ذلك أن يُسهم في تحقيق مفهوم الاقتصاد الدائري في إنتاج تلك المادة.

V. Tournier *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2149-4

خريطة تفاعلات الأمينات مع الأحماض الكربوكسيلية

تُحَدِّد التحولات الكيميائية بِنْيَة أي ناتج، ومن ثم خواصه، مما يؤثر بدوره على الوظائف العيانية المعقدة، مثل استقرار أيض المستحضرات الدوائية، أو تطايُر المواد العطرية. وبناء على هذا، فإن انتقائية التفاعل يمكن أن تؤثر على نجاح أي جزيء محتمَل في أن يوفي بغرض وظيفي ما، أو فشله. ويُعَد تفاعل أحد الأمينات مع حمض كربوكسيلي، من أجل تكوين رابطة أميدية، هو أكثر التفاعلات الكيميائية شيوعًا من حيث استخدامها في صناعات اكتشاف الأدوية. وثمة طرق عديدة أخرى لربط هاتين المجموعتين الوظيفيتين الشائعتين.

في البحث المنشور، يشير الباحثون -باستخدام التقنيات الحوسبية- إلى أن الأمينات والأحماض يمكنها -في الواقع- التفاعل عبر مئات التحولات الافتراضية، ولكنها -في الوقت عينه- قابلة للتنفيذ، ونبرهن بالتجربة تطبيق اثني عشر تفاعلًا من التفاعلات المماثلة. ولتقصِّي دور التحولات الكيميائية في تحديد الخصائص الكيميائية للمواد، طَوَّر الباحثون ترميزًا قائمًا على السلاسل، واستعانوا بنهج تعدادي توافقي، لوضع خريطة لتحولات تفاعلات الأمينات مع الأحماض المحتملة، التي يمكن وضع مخطط لها باستخدام أساليب معلوماتية كيميائية. وجد الباحثون أن المؤشرات الكيميائية الفيزيائية الضرورية للنواتج، مثل مُعامِل التقسيم، ومساحة السطح القطبي، تتفاوت تفاوتًا كبيرًا على حسب التحول المختار. ومن المفترض لتنقيب بيانات نظام تفاعل الأمينات والأحماض الذي أجراه الباحثون في هذا البحث أن يتيح اكتشاف أنماط التفاعلات، وهو ما يوضحه الباحثون عن طريق إجراء تفاعل أسترة موجود في النطاق الذي تغطيه الخريطة الموضوعة. ومن الممكن أيضًا اكتشاف جزيئات معقدة ذات أنماط خصائص متمايزة داخل نظام تفاعل الأمينات مع الأحماض، حسبما يبين الباحثون في البحث المنشور، عبر التنويع الذي يأتي في مرحلة متقدمة في صناعة الأدوية والمنتجات الطبيعية.

B. Mahjour *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2142-y

الشكل أسفله | استراتيجية تعداد التحولات وترميزها. (أ) الإيثيل أمين (1) وحمض البروبيونيك (2) يمكن أن يتفاعلا ليُكَوِّنا مجموعة أميد 3، غير أنه بإمكانهما أيضًا أن يتفاعلا ليكوِّنا 79 ناتجًا آخر، من بينها تلك الموضحة في الأشكال من 4 إلى 9. (ب) تعداد كل التوليفات الخاصة بالتهجين بين مدار sp^2، أو مدار sp^3، من أجل أنماط التفاعل الـ80 تَنْتُج عنه 320 بِنْية فرعية للنواتج. (ج) نظام ترميز لتصنيف التحولات، انظر أيضًا شكل البيانات الممتدة بشكل 1.

(أ) تفاعل الأميدات

(ب) تحولات محتملة لتفاعلات أمينات وأحماض

(ج) ترميز التحولات

h = تهجين (sp^3 أو sp^2)
X = ذرة متفاعلة (A، B[C]، B[O]، إلخ)
Y = تعديد (A-، B-، OH-، +H، +H2)

عرض تجريبي لاتصال كَمِّي مُعَزَّز الذاكرة

تلعب القدرة على توصيل معلومات كَمّية عبر مسافات طويلة دورًا محوريًّا في العلوم الكَمّية والهندسة. وعلى الرغم من أن بعض تطبيقات التوصيل الكَمّي، مثل التعمية الآمنة الكَمّية، يُستخدَم بكفاءة بالفعل، فإن نطاق هذه التطبيقات تحدّه في الوقت الحالي ظاهرة فَقْد الفوتونات، كما يتعذر توسيع هذا النطاق باستخدام الاستراتيجيات المباشرة للقياس، وإعادة تكرار النتائج، من دون المساس بحالة الأمن المُطلَق. من ناحية أخرى، نجد أن

المكررات الكمّية، التي تستخدم عُقَد ذاكرة كمية وسيطة، وتقنيات تصحيح الخطأ، بإمكانها توسيع نطاق القنوات الكمية، غير أن تنفيذ هذه المكررات الكمّية يظل يُمثّل تحديًا، إذ يتطلب مزيجًا يتألف من ذاكرات كمّية، وعمليات تشغيل بوّابات، وقياسات تتصف بالكفاءة والدقة العالية.

في البحث المنشور، يستخدم المؤلفون ذاكرة لَف مغزلي مفردة في حالتها الصلبة، مدمجة داخل رنّان ماسيّ نانوفوتوني، من أجل الحصول على قياسات حالة بِيل الضوئية غير المتزامنة، التي تُعَد مُكونًا أساسيًّا في المكررات الكمّية. وفي إحدى تجارب إثبات جدوى المفهوم، يستعرض الباحثون عملية تشغيل عالية الدقة، تتيح حدوث اتصال كمّي بنجاح، وبمعدل يفوق نهج النقل المباشر ومكافئ الفَقْد المثالي، بسرعات تشغيلية لساعة الحاسوب في نطاق الميجاهرتز. تُمثّل هذه النتائج خطوة ضرورية تجاه تطوير مكررات كمّية عملية، وكذلك شبكات كمية واسعة النطاق.

M. Bhaskar *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2103-5

الكشف عن بروتيوم مينا الأسنان الخاص بالإنسان السالِف

ثمة جدل كبير حول علاقات التطور السلالي بين أشباه البشر الذين عاشوا في عصر البليستوسين المبكر في أوراسيا -مثل الإنسان السالِف *Homo antecessor*- وأشباه البشر الذين ظهروا بعد ذلك في السجل الأحفوري خلال عصر البليستوسين الأوسط، مثل الإنسان العاقل *Homo sapiens*. وفي حال البقايا الأحفورية بالغة القِدَم، يعرقِل تحلُّل الحمض النووي القديم دراسةَ تلك العلاقات من ناحية جزيئية. وإنْ كانت الأبحاث الحديثة قد أوضحت -مع ذلك- أنّ تحليل البروتينات القديمة يمكنه معالجة تلك المشكلة.

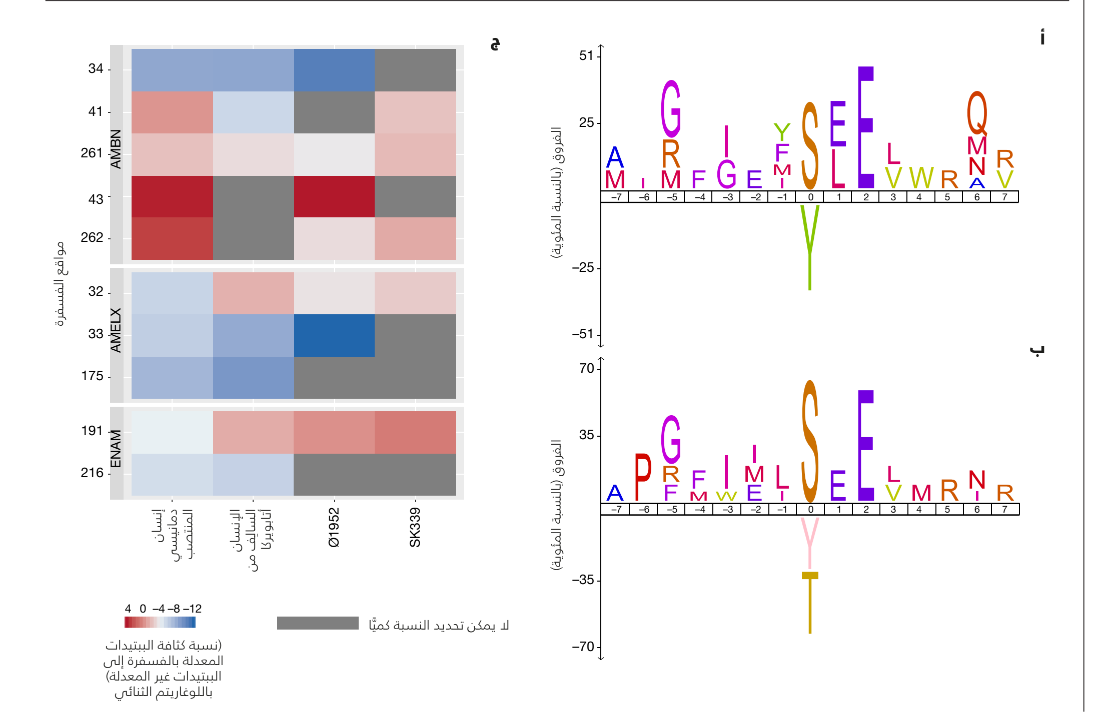
وفي البحث المنشور، يقدم الباحثون تحليلًا لبروتيومات مينا أسنان تعود إلى حفريات إنسان سالِف، عُثر عليها في أتابويركا (في إسبانيا)، وتحليلًا آخر لبروتيومات مينا أسنان إنسان منتصب *Homo erectus* من دمانيسي (في جورجيا). وهما مجموعتان حفريتان أساسيتان تلعبان دورًا أساسيًّا في وضع النماذج حول مورفولوجيا أشباه البشر المنتمين إلى عصر البليستوسين، وانتشارهم ، وتَشعُّب سلالاتهم عن بعضها البعض.

ويقدم الباحثون دليلًا على أن الإنسان السالِف يُعَد سلالة شقيقة قريبة لأشباه البشر اللاحقين المنتمين إلى العصر البليستوسيني الأوسط، والمتأخر كذلك؛ بما فيهم الإنسان الحديث، وإنسان النياندرتال، وإنسان دينيسوفا. وهذا الوضع في شجرة تطور الإنسان يدل ضمنيًّا على أن وجه الإنسان السالِف المشابه لوجه الانسان الحديث – أي الذي يشبه وجه البشر المعاصرين– تعود أصوله إلى أسلاف بعيدة للغاية في شجرة تطور جنس الـ«هومو» *Homo*، كما أن مورفولوجيا عظام القحف الخاصة ببشر النياندرتال تمثل شكلًا مشتقًّا من عظام الإنسان السالِف.

وعن طريق استرجاع تسلسلات الببتيد الخاصة ببروتين AMELY، تخلُص الدراسة إلى أن شظية الضرس الخاصة بحفرية أتابويركا، التي حلّلها الباحثون تعود إلى فرد ذَكر. وأخيرًا، فإن حفريات الإنسان السالِف والإنسان المنتصب هذه تحفظ أدلة في بروتيوم مينا الأسنان على عمليات فسفرة وعمليات هضم حالَّة للبروتينات، حدثت داخل الجسم الحي أثناء تكوُّن الأسنان.

وتقدِّم تلك النتائج رؤى متعمقة مهمة عن العلاقات التطورية بين الإنسان السالِف، ومجموعات أشباه البشر الأخرى. كما تمهد الطريق لدراسات مستقبلية تَستخدِم بروتيوم مينا الأسنان لاستكشاف بيولوجيا أشباه البشر على مدار فترة وجود جنس هومو.

F. Welker *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2153-8



الشكل أسفله | فسفرة بروتيومات مينا أسنان أشباه البشر. أ- تحليل نمط تسلسل الفسفرة للعينة الخاصة بالإنسان السالِف ATD6-92. ب- تحليل نمط تسلسل الفسفرة للعينة الخاصة بالإنسان المنتصب D4163. ج- مقارنة حيازة الفسفرة؛ ممثَّلة بقيمة محوَّلة إلى لوغاريتم ثنائي، تعبِّر عن إجمالي نسبة كثافة الببتيدات المعدلة بالفسفرة إلى نسبة الببتيدات غير المعدلة بالفسفرة، وذلك في مواقع الأحماض الأمينية التي توافرت بيانات لها من عيّنتين على الأقل. تشير العلامات على محور *Y* إلى موقع الأحماض الأمينية المُفسفرة لكل بروتين (البروتينات التي تحمل الأرقام التالية في قاعدة بيانات UniProt: Q9NP70 (رقم بروتين AMBN)، Q99217 (رقم بروتين AMELX)، Q9NRM1 (رقم بروتين ENAM)). ويدل رمز SK339 على عينة أثرية مأخوذة من إنسان عصر حديث، ويعود تاريخها إلى ثلاثة قرون تقريبًا.

تحجيم طَوْر خرق تناظر المادة والمادة المضادة

كان يُعتقَد سابقًا أنّ التناظر بين المادة والمادة المضادة –ما يُطلَق عليه تناظر الشحنة السويّة– يتميز بكونه تناظرًا مثاليًّا، بمعنى أنه غير قابل للكسر. وفي عام 1964، رُصد سلوك غير تناظري للجسيمات والجسيمات المضادة، عُرف بأنه خرق تناظر الشحنة السوية، وسريعًا ما ثبت حدوث خَرْق تناظر الشحنة السوية في التفاعلات الضعيفة للكواركات. وقد رأى ساخاروف أن خرق تناظر الشحنة السوية ضروري لتفسير اختلال التوازن بين وفرة كل من المادة والمادة المضادة، المرصود في الكون. ومع ذلك، فإن ظاهرة خرق تناظُر الشحنة السوية في الكواركات تحدث بشكل طفيف للغاية على نحو لا يدعم هذا التفسير. وإلى الآن، لم يُرصَد خرق تناظر الشحنة السوية في نُظُم الجسيمات الأولية من غير الكواركات. وقد جرى في السابق توضيح أن خرق تناظُر الشحنة السوية في اللبتونات من شأنه توليد حالة من انعدام التكافؤ بين المادة والمادة المضادة من خلال عملية تُسمَّى تكوين اللبتونات. وعملية خلط اللبتونات، التي تظهر في تفاعلات التيارات المشحونة داخل النموذج القياسي، توفر لنا مصدرًا محتملًا لخرق تناظر الشحنة السوية عبر طَوْر δ_{CP} المعقد، اللازم في بعض النماذج النظرية التي تتناول عملية تكوين اللبتونات.

ومن الممكن قياس خرق تناظر الشحنة السوية في تذبذبات تحوُّل الجسيم الأولي، الذي يُعرف بالميون نيوترينو إلى الإلكترون نيوترينو، وكذلك تذبذبات جسيمات النيوترينو المضادة المقابلة، التي يمكن تحقيقها من الناحية التجريبية، من خلال استخدام حِزَم أشعة مُنتجَة من خلال معجلاتٍ كتلك التي أنتجتها تجربة «توكاي إلى كاميوكا» T2K، وتجربة «نوفا» NOvA، بيد أنه حتى الآن، لم تُحجَّم قيمة δ_{CP} بدرجة ملموسة في تجارب تذبذب النيوترينو.

وفي البحث المنشور، يفيد الباحثون بإجراء عملية قياس، تُبيِّن زيادة كبيرة في احتمالية تذبذب جسيمات النيوترينو، مع استبعاد قيم δCP التي تؤدي إلى زيادة كبيرة في احتمالية تذبذب جسيمات النيوترينو المضادة المرصودة عند ثلاثة من الانحرافات المعيارية (3σ). ومن الجدير بالذكر أن مجال ثقة 3 σ الخاص بطَوْر δCP، الذي يتصف بكونه حلقيًّا، ويتكرر كل 2π، يبلغ ما بين [3.41–، 0.03–] في حالة الترتيب المُسمَّى بترتيب الكتلة الطبيعي، في حين يكون مجال الثقة ما بين [2.54–, 0.32–] في حالة ترتيب الكتلة المعكوس.

وتشير النتائج التي توصل إليها الباحثون إلى وجود خرق لتناظر الشحنة السوية في اللبتونات. كما تتيح منهجية الباحثين إمكانية إجراء بحث دقيق عن عدم تناظر المادة والمادة المضادة في تذبذبات جسيمات النيوترينو باستخدام حزمة من جسيمات النيوترينو، مُنتجَة بواسطة المُعجِّلات. وسوف تختبر القياسات المستقبلية ذات مجموعات البيانات الأكبر ما إذا كان خَرْق تناظر الشحنة السوية في اللبتونات أكبر منه في حالة جسيمات الكواركات، أم لا.

The T2K Collaboration
doi:10.1038/s41586-020-2177-0

تقدير جديد لعُمْر جُمجمة بروكين هيل

عُثر على جُمجمةِ مدينة بروكين هيل (كابوي حاليًّا) وسط رواسب أحد الكهوف في عام 1921، وذلك أثناء عمليات التنقيب عن المعادن فيما صار يُعرف الآن بدولة زامبيا. وتُعَد هذه الجمجمة واحدةً من أفضل الجماجم المحفوظة لأحفورةٍ من أشباه البشر. وكانت الجمجمة قد صُنِّفت في بادئ الأمر على أنها النموذج النمطي لإنسان روديسيا *Homo rhodesiensis*، قبل أن تُدرَج مؤخرًا ضمن تصنيف إنسان هايدلبرج *Homo heidelbergensis*. ومنذ ذلك الحين، جرى التنقيب في الموقع الأصليّ الذي عُثر به على الجمجمة بالكامل. ورُغم أنه كثيرًا ما قُدر عمر الجمجمة بحوالي 500 ألف سنة، يظلُّ الاستخراج غير الممنهَج لهذه الجمجمة عائقًا أمام تحديد عمرها بدقة، ومعرفة موقعها في التطور البشري.

في هذا البحث المنشور، أخضع الباحثون الجمجمة لتحليلاتٍ مباشرة، تبيَّن لهم من خلالها أن أفضل تقدير لعمرها هو 299 ألف سنة، قابلة للزيادة أو النقصان بمقدار 25 ألف سنة (بانحراف معياري يبلغ في المتوسط 2±). وتشير هذه النتيجة إلى أن قارة أفريقيا قد ضمَّت في أواخر العصر الجليدي الأوسط العديد من سلالات أشباه البشر الذين عاصَر بعضُهم بعضًا (وهم: الإنسان العاقل *Homo sapiens*، وإنسان روديسيا/ هايدلبرج، وإنسان ناليدي *Homo naledi*)، وذلك على غرار أوراسيا، حيث تزامن عددٌ من أشباه البشر، هم: إنسان النياندرتال *Homo neanderthalensis*، وإنسان الدينيسوفان *Denisovans*، وإنسان فلوريس *Homo floresiensis*، وإنسان لوزون *Homo luzonensis*، وربما أيضًا إنسان هايدلبرج، والإنسان المنتصب *Homo erectus*.

يطرح التقدير الجديد لعُمْر جُمجمة بروكين هيل المزيد من التساؤلاتٍ بشأن نمط تطوُّر الإنسان العاقل في قارة أفريقيا، وما إذا كان إنسان هايدلبرج/ روديسيا من الأسلاف المباشرين للإنسان الحديث، أم لا.

R. Grün *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2165-4




الشكل أعلاه | شكل |1 جمجمة بروكين هيل (E686)، التي اكتُشفت في منجم بروكين هيل في زامبيا في عام 1921. a منظر جانبي -b منظر أمامي.

نموذج جديد لدراسة أحداث التشعُّب عن شجرة التطور

تُستخدم أشجار التطور ذات التدرج الزمني، التي تضم الأنواع الموجودة حاليًّا (ويشار إليها هنا باسم «الأشجار الزمنية للأنواع الموجودة»)، على نطاق واسع؛ لتقدير ديناميكيات أحداث تشعب الأنواع المختلفة عن شجرة التطور. وعلى الرغم من ذلك، فقد دار الكثير من النقاش حول إمكانية الاعتماد على ما يُستدَلّ عليه من بين هذه التقديرات؛ وحتى وقتنا هذا، تظل هذه المسألة غير محسومة.

وفي البحث المنشور، يوضح المؤلفون ماهيّة المعلومات المحدَّدة التي يمكننا الحصول عليها من الأشجار الزمنية للأنواع الموجودة، في إطار نموذج عام لِلَحْظَتَي ميلاد الأنواع وموتها، يستند إليه معظم المنهجيات القائمة في الوقت الحالي؛ لوضع التقديرات حول أحداث التشعب عن شجرة التطور. وتُثْبِت الدراسة التي أجراها الباحثون أنَّ أيّ سيناريو لعمليات التشعب عن أشجار التطوُّر له عدد لا نهائي من سيناريوهات التشعُّب البديلة، التي تتساوى فيما بينها في قدرة أيٍّ منها على تكوين شجرة زمنية معينة للأنواع الموجودة. ولا يمكن بأيِّ حالٍ التمييزُ بين تلك السيناريوهات "المتماثلة" في الاحتمالية، من خلال استخدام الأشجار الزمنية للأنواع الموجودة فحسب؛ حتى مع وجود عدد لا نهائي من البيانات.

ومن الأهمية بمكان أن هذه السيناريوهات المتماثلة في الاحتمالية لعمليات التشعب يمكن لكل واحدة منها أن تُظهِر ديناميكية مختلفة بشكل ملحوظ، ولكنها منطقية بالمثل؛ وهو ما يشير إلى أن دراسات عديدة سابقة ربما تكون قد بالغت في تأويل الأدلة المستقاة من شجرة التطوّر. وتقدِّم الدراسة التي أجراها الباحثون متغيراتٍ قابلة للتحديد، يسهل تأويلها، وتضم كل المعلومات المتاحة عن ديناميكيات التشعُّب السابقة، كما تبرهن الدراسة على أن تلك المتغيرات يمكن حسابها باستخدام الأشجار الزمنية للأنواع الموجودة.

ويشير الباحثون كذلك إلى أن قياس تلك المتغيرات القابلة للتحديد، ووضع نماذج لها، يقدِّم لنا طريقة أكثر إحكامًا لدراسة ديناميكيات أحداث التشعُّب التاريخية. كما توضح النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن البيانات المأخوذة من الحفريات ستبقى جوهرية للإجابة عن بعض الأسئلة المتعلقة بأحداث التطور الكبرى.

S. Louca *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2176-1

تكوين مواد صلبة أيونية من الغروانيات الشائعة

يمكن للبِنَى المعقدة، بدايةً من الملح الصخري، حتى الشبيكات الفائقة نانوية الجسيمات، أن تنشأ من وحدات بناء بسيطة، يجذب بعضها بعضًا عبر القُوى الكولومبية. ومع ذلكK فعلى النطاق الميكرومتري، لا تمتثل الغروانيات في الماء للفكرة البديهية البسيطة التي تقضي بتكوين بلوراتٍ من أطراف متضادة الشحنات. وعوضًا عن ذلك.. فإنَّها تُشَكِّل بِنًى غير متوازنة، على غرار العناقيد والمواد الهلامية. ورغم أنَّه قد سبق تصميم منظوماتٍ متعددة تهدف إلى تكوين بلوراتٍ ثنائية، لم تُستخدَم شحنة السطح الأصلية في الظروف المائية لتجميع المواد البلورية.

وفي هذا البحث المنشور، ينجح الباحثون في تكوين بلوراتٍ غروانية أيونية في الماء، وذلك عبر نهجٍ يُطلِقون عليه: التجميع الذاتي الكولومبي للبوليمرات المخففة. ويتمثَّل العامل الرئيس في عملية التبلور هنا في استخدام بوليمر متعادل الشحنة، لإبقاء الجسيمات بعيدة عن بعضها البعض بمسافاتٍ محددة بدقة، وهو ما يمكِّن الباحثين من ضبط التداخل الجذاب بين الطبقات الكهربية المزدوجة، ومن ثم يكون في إمكانهم تشتيت الجسيمات، أو بَلْوَرَتها، أو الإبقاء عليها مُثبَّتة بصورةٍ دائمة حسب الطلب. كما تعرَّضوا لشرح عملية تنوِّي البلورات المفردة التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ونموها، وذلك عبر استخدام طول «حجب ديباي»، لإجراء تعديلاتٍ دقيقة على عملية التجميع.

وباستخدام مجموعةٍ متنوعة من الجسيمات الغروانية، والبوليمرات المتاحة تجاريًّا، اختيرت بلورات غروانية أيونية مماثلة في البِنْية لكلوريد السيزيوم، وكلوريد الصوديوم، وثنائي بوريد الألومنيوم، ومادة K4C60، وفقًا لنِسَب أحجام الجسيمات. وبمجرد تثبيت البلورات -عن طريق تخفيف أملاح المحلول- فإنَّها تُسحَب من الماء من أجل المزيد من المعالجة، وهو ما يبيِّن حدوث تحوُّل دقيق من التجميع في طور المحلول إلى البِنى الصلبة المجففة. وبخلاف ما يحدث في طرق التجميع الأخرى، التي تَجِب فيها هندسة الجسيمات بدقة، لترميز معلومات

الربط بينها، تتيح منهجية التجميع الذاتي الكولومي للبوليمرات المخففة استخدام الغروانيات التقليدية كأيونات غروانية نموذجية مُعدَّة للتبلور.

T. Hueckel *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2205-0

تحقيق أهداف التنمية المستدامة المتصلة بالتعليم

يُعَدّ التعليم أحدَ الأبعاد الأساسية للرفاهية المجتمعية، ومؤشرًا جوهريًّا من مؤشرات التنمية. وتُولي أهداف التنمية المستدامة (SDGs) أولويةً خاصة لإحراز تقدُّم في الأهداف المتعلقة بالتعليم، مع التركيز مؤخرًا على الجوانب ذات الصلة بغياب المساواة.

وفي هذا البحث، يضع الباحثون نموذجًا لتوزيع سنوات التحصيل الدراسي على مستوى الدولة، ويستخدمون هذا النموذج لدراسة غياب المساواة في التعليم منذ عام 1970، وكذا للتنبؤ بالتقدم المُزمع إحرازُه في سبيل تحقيق الغايات المتصلة بالتعليم في أهداف التنمية المستدامة 2030. والراجحُ لدى فريق الباحثين أنَّ العالَم في طريقه إلى إتاحة التعليم الأساسي في جميع ربوعه تقريبًا بحلول عام 2030، ورغم ذلك، فما زالت هناك تحدياتٌ كبيرة تواجه معدلات إتمام الدراسة في مرحلتَي التعليم الثانوي، والعالي.

وعلى الصعيد العالمي، كادت الفجوة بين الجنسين في التعليم المدرسي أن تختفي بحلول عام 2018، غير أنَّ الفوارق بينهما ظلَّت واسعةً في أجزاءٍ من أفريقيا جنوب الصحراء، وشمال أفريقيا، والشرق الأوسط، إلا أنه بحلول عام 2030، يُتوقع أن تتجاوز الإناثُ الذكورَ –من ناحية التحصيل الدراسي- في 18 دولة. ويُذكر أنَّ غياب المساواة التعليمية قد بلغ ذروته عالميًّا في عام 2017، ومن المتوقع أن ينخفض بمعدلٍ ثابت حتى عام 2030.

وتُشكِّل نماذج التوزيع ومؤشرات القياس إطارًا يمكن الاستناد إليه في رصد التقدُّم الذي تحرزه كل دولة نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ومتابعة مستوى غياب المساواة من مرحلة زمنية إلى أخرى. فالحَدُّ من غياب المساواة في التعليم من شأنه أن يحقق مستوى أعلى من العدالة في توزيع رأس المال البشريّ، وأن يُسهِم -من ثَم- في خلق مجتمعاتٍ بشرية أكثر إنصافًا.

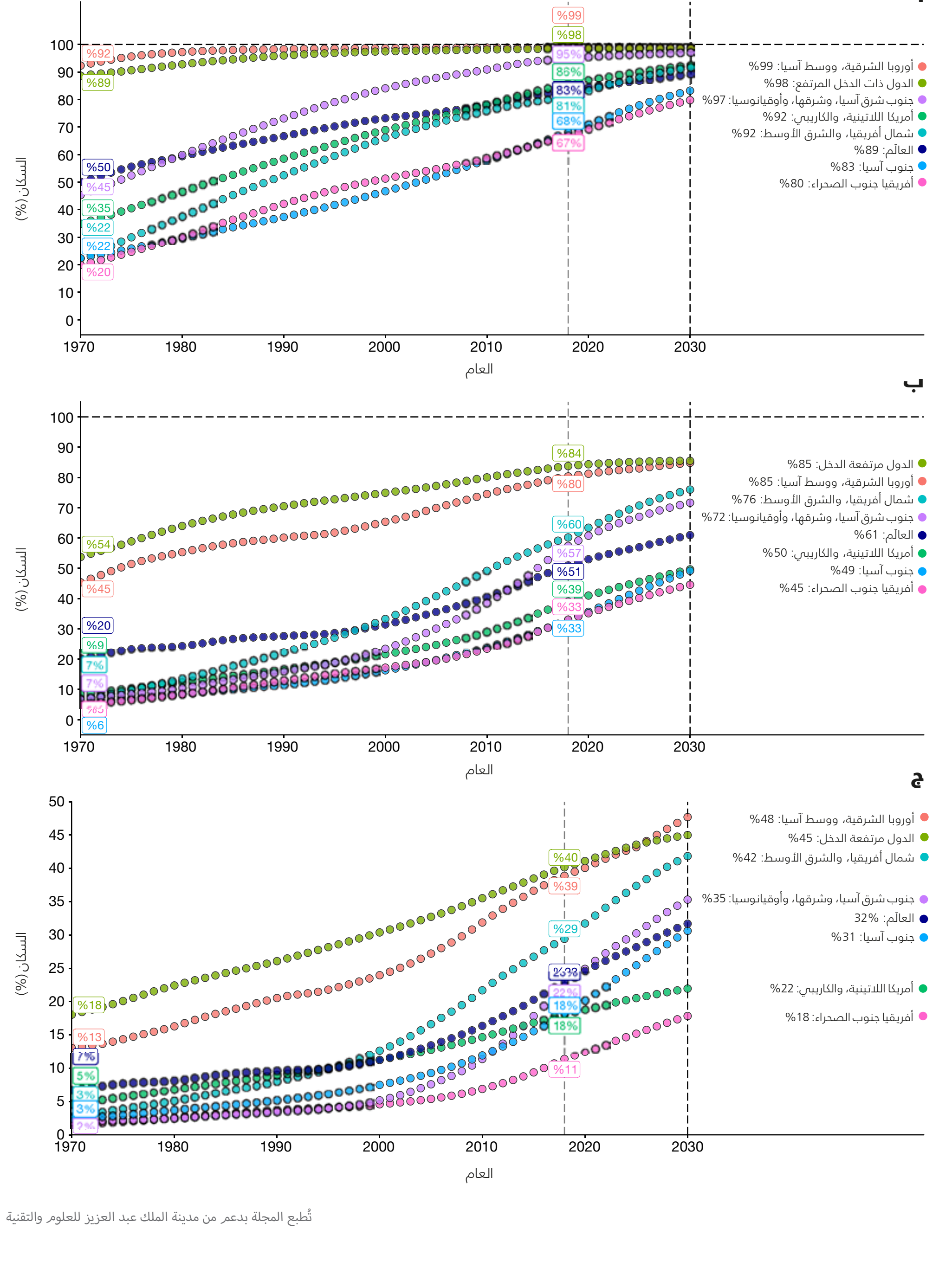
J. Friedman *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2198-8

الشكل أسفله | مستوى التحصيل الدراسي في مراحل التعليم الأساسي، والثانوي، والعالي، بين عامَي 1970، و2030، حسب المنطقة. الأشكال أ-ج: توضح النسب المئوية للأفراد الذين تلقَّوا التعليم لأكثر من ست سنوات (الشكل أ)، وأكثر من 12سنة (الشكل ب)، وأكثر من 15سنة (الشكل ج). وتتناول كل المنحنيات أفرادًا تتراوح أعمارهم بين 25عامًا، و29عامًا، مقسَّمين حسب المناطق الرئيسة في العالم. وتشير الخطوط المتقطعة الرأسية إلى عام 2018، الذي تبدأ منه التنبؤات، وعام 2030، وهو العام المستهدَف لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

آلية عمل آلةٍ نانوية قاتلة للبكتيريا وقابلة للانكماش

تُعَد المضادات الحيوية البكتيرية من النوع R آلاتٍ نانوية متناهية الصغر، قابلة للانكماش، وقد يتسنَّى الاعتماد عليها مستقبلًا كمضاداتٍ حيوية دقيقة. ويَستخدِم كل مركّب من المركبات القاتلة للبكتيريا حلقةً لوصل أنبوبٍ أجوف بغلافٍ قابل للانكماش، مُحَمَّل، في حالةٍ شبه مستقرة، على سقالةٍ تتكئ على قاعدة مسطحة. وجديرٌ بالذكر أن الضبط الدقيق لتلك الآلات البروتينية الخالية من الحمض النووي، بغرض الاستعانة بها في الطب الدقيق، يتطلب وصفًا على مستوى الذرات للمركّب بأكمله، وكذا لآلية انكماشه؛ الأمر الذي لا تُتيحه بِنَى القواعد المسطحة للعاثيات البكتيرية من نوع T4 (التي تحتوي على حمضٍ نوويّ).

في هذا البحث، يقدم الباحثون النموذج الذري لمركّب «آر2 بيوسين» R2 pyocin بأكمله، في حالتي ما قبل الانكماش، وما بعده. وتشتمل كلٌّ من هاتين الحالتين على 384 وحدة فرعية، موزعة على أحد عشر نموذجًا ذريًّا فريدًا من عشرة نواتج جينية. وتشير المقارنة بين تلك البِنى إلى تسلسل الأحداث التي تقع أثناء انكماش مركّب البيوسين، إذ تحفِّز الألياف الذيلية التفكك العرضي



للجزيئات ثلاثية الأشرطة متعددة النوكليوتيدات بالقاعدة المسطحة، ثم يحفز هذا التفكك -بدوره- بدءَ سلسلةٍ متعاقبة من الأحداث التي تقود إلى انكماش الغلاف. وبعد ذلك، يحول هذا الانكماش الطاقة الكيميائية إلى قوةٍ ميكانيكية، لدفع الأنبوب ذي الطرف الحديدي عبر سطح الخلية البكتيرية، مما يؤدي إلى قتل البكتيريا.

P. Ge *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2186-z

ديناصور عاش في الماء معتمدًا على ذيله في السباحة

شدَّدت الدراسات المكثفة التي أُجريت في العقود الأخيرة حول الديناصورات غير الطائرة على أن وجود هذه الحيوانات كان مقتصرًا على اليابسة. وعلى مدى عقود، انصرف الاهتمام البحثي عن أطروحاتٍ تاريخية، مُؤدَّاها أن بعض فئات الديناصورات (مثل ديناصورات الصوربودا، والهادروصور) قد عاش في بيئاتٍ مائية. فيما ذهب فريقٌ من الباحثين مؤخرًا إلى القول إنّ بعض ديناصورات السبينوصور على الأقل –وهي فئة غير عادية من ديناصورات الثيروبودا كبيرة الحجم، التي عاشت في العصر الطباشيري– كان ديناصوراتٍ شبه مائية، غير أنَّ هذا الطرح قد عُورض بناء على أسسٍ تشريحيّة، وأخرى ميكانيكيّة حيوية، إضافةً إلى معلومات مستمدة من التاريخ الحفريّ. وعليه، بقيَ هذا الطرح مثارًا للجدل.

في هذا البحث، يقدم الباحثون دليلًا قاطعًا على احتواء جسم أحد الديناصورات على هيكليةٍ بعينها لدفعه في الماء؛ وهو ديناصور «سبينوصوروس ايجيبتياكُس» العملاق، *Spinosaurus aegyptiacus* من ديناصورات الثيروبودا. وهذا الديناصور له ذيل ذو شكل فريد وغير مألوف؛ إذ يتألَّف من أشواكٍ عصبية بالغة الطول، وعظامٍ متطاولة ومعقوفة على هيئة حرف(V) مقلوب، بما يُكوِّن عضوًا كبيرًا مرنًا يشبه الزعنفة، قادرًا على أداء حركة انحراف جانبية ممتدَّة.

واعتمادًا على جهاز روبوتي يحاكي حركة الخفقان، يُستخدم لقياس القوى التموُّجية التي تنتجها الذيول بأشكالها المختلفة في النماذج الطبيعية، توصَّل الباحثون إلى أن شكل الذيل الخاص بديناصور «سبينوصوروس» يتيح قدرًا من القوة الدافعة والكفاءة الحركية في الماء أكبر من تلك التي توفرها أشكال الذيول الأخرى لدى ديناصورات اليابسة. وأوضحوا أن قياسات الأداء التي أمكن الحصول عليها من هذه المحاكاة جاءت أقرب إلى الفقاريات المائية الباقية (غير المنقرضة)، التي تستخدم الذيول الممتدَّة رأسيًّا لتوليد قوة دفع إلى الأمام أثناء السباحة، منها إلى ديناصورات اليابسة. تتسق هذه النتائج مع أنماط التكيُّف المرتبطة بالحياة في البيئة المائية، وكذلك مع النظام الغذائي المعتمِد على الأسماك، اللَّذين سبق توثيقهما لدى ديناصورات السبينوصور.

وقد أمكن رصد أنماط تكيُّف مماثلة -وإنْ كانت على درجةٍ أقلّ من التطوُّر- لدى أعضاء أخرى من الفرع الحيوي من هذه الديناصورات. ولمَّا كان هذا الفرع يتميَّز بتوزيعٍ واسع النطاق، بحيث يغطي الكوكب كله تقريبًا، ويصل نطاقه في تحليل طبقات الأرض إلى ما يزيد على 50 مليون سنة، ففي إمكاننا أن نخلُص بنتيجةٍ، مفادُها أن الديناصورات لم تَعِش في البيئات المائية فحسب، بل انتشرت بها انتشارًا واسعًا.

N. Ibrahim *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2190-3

الشكل أعلاه | إعادة بناء للهيكل العظمي والسلسلة الذيلية لـ FSAC-KK11888 **أ - ب:** السلسلة الذيلية (الأجزاء المحفوظة تظهر ملونة) في (أ) منظر ظهري، و(ب) منظر يساري جانبي. ج – د: المقاطع العرضية المتتالية المُعاد إنشاؤها عبر الذيل تُظهِر التغييرات في ترتيب العضلات الرئيسة من الاتجاه الأقرب إلى الأبعد. هـ: مقاطع عرضية متتالية عبر الشوكة العصبية للفقرة الذيلية(Ca23)، (ويبدو فيها الوجه الأقرب متجهًا إلى أعلى) لإظهار التغيرات القِمِّية القاعدية. و: إعادة البناء للهيكل العظمي. المقياس المدرج، 50 سنتيمترًا (أ-و)، 10 سنتيمترات (هـ)، متر واحد (و).

تحليل قدرة «سارس-كوف-2» على الانتقال عبر الهواء

انتشرت فاشيّة مرض «كوفيد-19» COVID-19 الحاليّة بسرعة على نطاق عالمي. ومع أنّ انتقال فيروس «سارس-كوف-2» SARS-CoV-2 عن طريق الرذاذ الذي يخرج من الجهاز التنفسي البشري، ومن خلال التلامس المباشر أمران لا خلاف عليهما، فثمة قصور في فهْم إمكانية انتقاله من خلال الهباء الجوي.

في هذا البحث، تقصَّى الباحثون الطبيعة الحركية الهوائية لفيروس «سارس- كوف-2» عن طريق قياس نسبة الحمض النووي الريبي للفيروس في الهباء الجوي، في أقسام مختلفة في اثنين من مستشفيات مدينة ووهان، إبان تفشي مرض «كوفيد-19» في شهري فبراير ومارس 2020. وجد الباحثون أن تركيز الحمض النووي الريبي للفيروس في الهباء الجوي كان منخفضًا للغاية في أجنحة العزل، وفي غرف المرضى المزودة بتهوية، في حين كان مرتفعًا في مناطق دورات المياه الخاصة بالمرضى. وقد تعذر رصْد تركيزات الحمض النووي الريبي لفيروس «سارس-كوف-2» العالق في الهواء في غالبية الأماكن المتاحة للجميع بالمستشفيين؛ باستثناء مكانين معرضَين للازدحام، ربما بسبب وجود حامِلين مصابين بالعدوى وسط الجموع. كما وجد الباحثون أن بعض الأماكن الخاصة بالطاقم الطبي احتوى -في البداية- على تركيزات مرتفعة من الحمض النووي الريبي للفيروس، إذ بلغت توزيعات حجم الهباء الجوي ذروتها في المناطق دون الميكرومترية، والمناطق فوق الميكرومترية معًا، أو في إحداهما، على أن هذه التركيزات انحسرت إلى حدّ يتعذر رصده بعد تنفيذ إجراءات تعقيم صارمة.

ومع أن الباحثين لم يتمكنوا من إثبات قدرة الفيروس المرصود في هذه الأماكن من المستشفى على الإصابة بالعدوى، إلا أنهم أشاروا إلى أن فيروس «سارس- كوف2-» ربما يمتلك القدرة على الانتقال عبر الهباء الجوي. وتشير النتائج التي توصل إليها الباحثون إلى أن تهوية الغُرَف، والبقاء في أماكن مفتوحة، وتعقيم الملابس الواقية، والاستعمال السليم لمناطق دورات المياه وتطهيرها، يمكن أن يحدّ بشكل فعال من تركيز الحمض النووي الريبي لفيروس «سارس-كوف2-» في الهباء الجوي. وجدير

بالدراسات المستقبلية أن تستكشف قدرة الفيروس المحمول في الهباء الجوي على الإصابة بالعدوى.

Y. Liu *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2271-3

استخدام المضادات الحيوية واللقاحات بين الأطفال

قد تسهم اللقاحات في تقليل العبء الناجم عن ظاهرة مقاومة أدوية مضادات الميكروبات. يرجع ذلك -في جانبٍ منه- إلى أن اللقاحات تعمل على منع وقوع العدوى، التي يتضمن علاجها عادةً استخدام المضادات الحيوية. ومع ذلك، فلا يزال تأثير التطعيمات على معدلات استهلاك المضادات الحيوية غير مفهوم بما يكفي، خاصة في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، حيث يكون عبء مقاومة مضادات الميكروبات أكبر منه في البلدان مرتفعة الدخل.

في هذا البحث، يوضح الباحثون أن اللقاحات التي أُدرجت مؤخرًا في برنامج التحصين الموسَّع، التابع لمنظمة الصحة العالمية، من شأنها أن تقلل -إلى حدٍّ بعيد- من استهلاك المضادات الحيوية بين الأطفال دون سن الخامسة في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط. ومن خلال تحليل بيانات دراسات واسعة النطاق، أُجريت على الأُسَر المعيشية، قدَّر الباحثون أن اللقاحات المقترنة ضد المكورات الرئوية، ولقاحات فيروس الروتا الحية الموهنة، تمنحان حماية بنسبة 19.7% (بمجال ثقة يبلغ 95%، وهامشٍ يتراوح بين 3.4%، و43.4%) ضد نوبات إصابة الجهاز التنفسي الحادة، و11.4% (بهامش يتراوح بين 4.0%، و18.6%) ضد نوبات الإسهال. تُستخدم المضادات الحيوية لعلاج كلا المَرضين، وذلك في الفئات العمرية التي يقع عليها العبء المرضي الأكبر، الراجع إلى المُمْرضات المستهدَفة باللقاحات.

وفي ظل مستويات التغطية الحالية، يؤدي تطعيم الأطفال دون الخامسة في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط بلقاحات المكوَّرات الرئوية كلَّ عام إلى الحيلولة دون وقوع 23.8 مليون نوبة مرضية تستدعي تدخُّلًا علاجيًّا بالمضادات الحيوية؛ فيما يبلغ عدد النوبات التي يمنعها لقاح فيروس الروتا في الفئة العمرية ذاتها 13.6 مليون نوبة. وإذا ما تحققت أهداف التغطية الشاملة لهذه اللقاحات، فيمكن أن تَحُول الحماية المباشرة الناتجة عنها دون حدوث 40 مليون نوبة إضافية من النوبات المرضية التي تستدعي تناول المضادات الحيوية. تصُبُّ هذه الأدلة باتجاه إدراج اللقاحات ضمن أولويات الاستراتيجية العالمية لمكافحة ظاهرة مقاوَمة مضادات الميكروبات.

J.Lewnard *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2238-4

تغيُّرات منطقة الأمازون في بدايات العصر الهولوسيني

يُعَد اكتشاف الإنسان لزراعة النباتات واحدًا من أهم التحولات الثقافية التي مرَّ بها عبر تاريخه. وقد ذهبت فرضياتٌ سابقة إلى أنَّ منطقة جنوب غرب الأمازون كانت مركزًا مبكرًا لاستزراع النباتات، وذلك استنادًا إلى الواسمات الجزيئية التي توضح وجود تشابهاتٍ جينية بين النباتات المستزرَعة، وأقاربها من النباتات البرية، بيد أنَّ طبيعة الاستيطان البشري المبكر لمنطقة جنوب غرب الأمازون، وتاريخ زراعة النباتات فيها، لا يزالان غير مفهومَين بالقدر الكافي.

وفي هذا البحث، يقدم الباحثون أدلةً على زراعة عددٍ من النباتات في منطقة جانوس دي موكسوس (الواقعة فيما يُعرف الآن ببوليفيا)، منها نبات القرع (من نوع *Cucurbita*) الذي جرى استزراعه قبل الحاضر بحوالي 10250 سنة معيارية (وحدة لتقدير العُمر، يُرمز إليها بالحرفين ق.ح.، ويُشار بكلمة الحاضر إلى عام 1950)، ونبات الكسافا (من نوع *Manihot*) الذي استُزرع في حوالي عام 10350 ق.ح.، ونبات الذرة (من نوع *Zea mays*) في عام 6850 ق.ح. تقريبًا. وكشف الباحثون أنَّه في حدود عام 10850 ق.ح.، شرع سكان تلك المنطقة في استزراع مساحةٍ من الأرض، ضمَّت في المحصِّلة ما يقارب 4,700 من جُزُر الغابات المستزرعة، وذلك في سهلٍ عشبي خالٍ من الأشجار، تغمره المياه موسميًّا.

وتؤكد النتائج التي توصَّل إليها الباحثون أنَّ منطقة جانوس دي موكسوس كانت بؤرةً للزراعة المبكرة للنباتات، وأنَّ البشر -منذ وصولهم إلى منطقة الأمازون- قد أحدثوا فيها تغيُّرًا ملحوظًا، كانت له تبعاتٌ دائمة على تنوُّع الموائل، والحفاظ على الأنواع في تلك المنطقة.

U. Lombardo *et al*.
doi:10.1038/s41586-020-2162-7

الشكل أعلاه | خريطة جُزُر الغابات في منطقة جانوس دي موكسوس. تمثل الأرقام المقترنة بتلال المخلفات البشرية تواريخ يُعبَّر عنها بمتوسط السنوات المعايَرة قبل الحاضر (اختصارًا: ق.ح.)، تتعلق بأعمق طبقة مرتبطة بحياة البشر، يمكن تقدير عمرها في كل موقع. وتمثل الأشكال (أ)، و(ب)، و(د)، و(هـ) المناطق التي خضعت للمسح، لتقدير العدد الإجمالي لجُزُر الغابات التي استزرعها البشر في منطقة جانوس دي موكسوس. أما الشكل (ج)، فهو خريطة موسَّعة، تحدد النطاق الجغرافي للدراسة (الشكل المربع)، ومنطقة الأمازون الكبرى (المنطقة المظللة باللون الرمادي)، وتظهر بها جبال الأنديز مظللةً باللون الرمادي الداكن. وتمثل الدوائر جُزُر الغابات المستديرة، أما علامة (+)، فتمثل جُزُر الغابات غير منتظمة الشكل. مقياس الرسم: 200 كيلومتر.

ارتباط «سارس-كوف-2» بالمستقبِل الخلوي ACE2

ظهر فيروسٌ جديد في مدينة ووهان بمقاطعة هوباي الصينية في شهر ديسمبر من عام 2019، أُطلق عليه اسم «فيروس كورونا المسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة» من النوع الثاني (اختصارًا: «سارس-كوف-2» SARS-CoV-2). وهو أحد أفراد عائلة الفيروسات التاجية (كورونا)، ويتمتع بقدرةٍ كبيرة على الإمراض. لم يمضِ وقتٌ طويل، حتى تفشَّى الفيروس في جميع أنحاء الصين، ومنها إلى بلدانٍ أخرى حول العالم.

وفي هذا البحث، وضع الباحثون أيديهم على البِنْية البلورية لنطاق الارتباط بالمستقبِلات (RBD) في البروتين الشوكي للفيروس، الذي يرتبط بالمستقبِل الخلوي ACE2، وذلك من أجل فهْم أولى خطوات حدوث

العدوى على المستوى الذري.
وتبيَّن لهم أنَّ طريقة ارتباط ذلك النطاق بالمستقبِل ACE2 تكاد أن تكون مطابقةً لنظيرتها لدى فيروس «سارس-كوف» SARS-CoV، الذي يعتمد أيضًا على ACE2 كمستقبِلٍ خلوي. ومن خلال التحليل البنيوي للفيروس، تمكّنوا من تحديد بقايا في نطاق الارتباط بالمستقبِلات لدى فيروس «سارس-كوف-2»، تُعَد ضروريةً للارتباط بالمستقبِل الخلوي المذكور. كما رصدوا أنَّ أغلب تلك البقايا إمّا عناصر تتسم بدرجة عاليةٍ من الثبات، أو تتشابه في خصائص سلاسلها الجانبية مع تلك الموجودة في نطاق الارتباط بالمستقبلات لدى فيروس «سارس-كوف». هذا التشابه في البِنْية والتسلسل يشير بوضوح إلى أنَّ نطاقَي الارتباط بالمستقبِلات لدى نوعي الفيروس يشتركان من الناحية التطوُّرية في السمات ذاتها، من أجل تحسين طريقة ارتباطهما بالمستقبِل ACE2؛ وهذا على الرغم من أنَّ فيروس «سارس-كوف-2» لا يندرج ضمن فيروسات كورونا من النوع «سارس»، والأنواع المرتبطة به.

وقد حلل الباحثون كذلك الحواتم الخاصة باثنين من الأجسام المضادة لفيروس «سارس-كوف» يستهدفان نطاق الارتباط بالمستقبلات لديه، لمعرفة مدى قدرتهما على الارتباط بنطاق الارتباط بالمستقبلات لدى فيروس«سارس-كوف-2». من شأن ذلك أن يوفِّر معلوماتٍ مهمة، قد تسهم في اكتشاف أجسامٍ مضادة قادرة على التفاعل مع المستضدات الخاصة بأنواعٍ مختلفة من فيروسات كورونا.

J. Lan *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2180-5

عينٌ محاكية للعين البشرية ذات شبكية نصف كروية

تتمتَّع العين البشرية بخصائص استثنائية فيما يتعلّق باستشعار الصور. فهي تمتاز، على سبيل المثال، بمجال رؤيةٍ واسعٍ للغاية، ودرجةٍ عالية من الدقة والحساسية، فضلًا عن انخفاض مستوى الانحراف. ولو أمكن تطوير أعينٍ محاكية لهذه الخصائص، فسوف يكون ذلك تطورًا إيجابيًا مهمًا، لا سيّما في مجال الروبوتات، ووسائل الإبصار التعويضية. غير أنَّ الشكل الكروي للعين الطبيعية، وشبكيتها، يقفان عائقًا أمام تصنيع الأجهزة المحاكية لها.

في هذا البحث المنشور، يطرح الباحثون عينًا كهروكيميائية ذات شبكيةٍ نصف كروية، مصنوعة من مصفوفةٍ عالية الكثافة من الأسلاك النانوية، تُحاكي المستقبلات الضوئية الموجودة في شبكية العين البشرية. ويتميّز تصميم هذه العين بدرجةٍ عالية من التشابه البنيوي مع العين البشرية. كما أنها تتمتّع بإمكانية الوصول إلى مستوى عالٍ من دقة التصوير عند تعريض الأسلاك النانوية المفردة للطاقة الكهربية. وإضافةً إلى ذلك، يوضِّح الباحثون آلية عمل وظيفة استشعار الصور لدى العين المحاكية التي طوّروها، وذلك عن طريق إعادة تركيب التكوينات البصرية التي تُعرَّض عليها.

قد يُفضي هذا العمل إلى تطوير أجهزة استشعارٍ ضوئي محاكية للعين البشرية، من شأنها أن تدخل في طائفةٍ واسعة من التطبيقات التكنولوجية.

L. Gu *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2285-x

الشكل أسفله | مقارنة شاملة بين نظامَي استشعار الصور في العين البشرية والعين الكهروكيميائية. الأشكال من (أ) إلى (ج) تعرض مخططًا للجهاز البصري لدى الإنسان (أ)، والعين البشرية (ب)، والشبكية (ج). والأشكال من (د) إلى (و) تعرض مخططًا لنظام استشعار الصور لدى العين الكهروكيميائية التي طوَّرها الباحثون (د)، وآلية عملها (هـ)، وأسلاك البيروفسكايت النانوية في قالب غشاء أكسيد الألومنيوم المسامي (PAM)، وبنيتها البلورية (و). وقد طلبت شركة «فانتاستيك كالَر أنيماشن تكنولوجي ليمتد» Fantastic Color (2020) Animation Technology Co. Ltd. تصميم الصور من (أ) إلى (د) في الشكل (1)، وكذلك الصور في الشكل (1) المكمل.

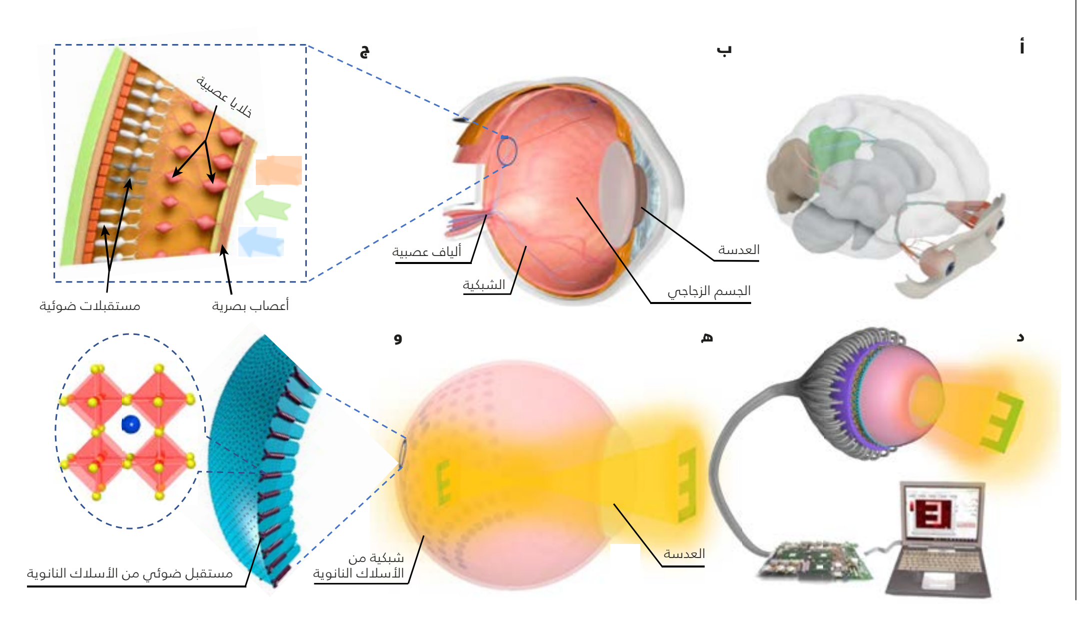
مرجعٌ للتغيرات البنيوية لعلم الوراثة الطبية والسكانية

تعيد التغيرات البنيوية الجينية (SVs) ترتيب قطاعاتٍ كبيرة من الحمض النووي، ويمكن أن تتسبب في عواقب وخيمة فيما يتعلق بالتطور والأمراض البشرية. ومع زيادة اعتماد البنوك الحيوية الوطنية، ودراسات ارتباطات الأمراض، والفحوصات الجينية الإكلينيكية على تقنيات تحديد التسلسلات الجينومية، أصبحت المراجع السكانية، مثل «قاعدة بيانات تجميع الجينوم» genomAD، عنصرًا ضروريًا لا غنى عنه لتفسير تغيرات النيوكليوتيدات المفردة (SNVs). غير أنه لا توجد بعد خرائط مرجعية للتغيرات البنيوية مستمدة من التقنيات عالية التغطية لتحديد التسلسلات الجينومية كتلك الخرائط الخاصة بالتغيرات في النيوكليوتيدات المفردة.

وفي هذه الدراسة، يقدم الباحثون مرجعًا للتغيرات البنيوية، موضحًا بالتسلسلات الجينومية، يتكون من 14,891 جينومًا مأخوذًا من قاعدة بيانات تجميع الجينوم، وتخص أشخاصًا ينتمون إلى مجموعاتٍ سكانية مختلفة حول العالم (54% منهم غير أوروبيين).

وقد اكتشف الباحثون مشهدًا ثريًا ومعقدًا مُكوَّنًا من 433,371 تغيرًا بنيويًا، وقدروا من خلالها أنَّ التغيرات البنيوية مسؤولةٌ عن نسبةٍ تتراوح بين 25-29% من جميع الأحداث النادرة القاطعة للبروتينات في كل جينوم. ووجد الباحثون أيضًا ارتباطاتٍ قوية بين عمليات الانتقاء الطبيعي التي تقاوم التغيرات الضارة في النيوكليوتيدات المفردة وبين التغيرات البنيوية النادرة التي تعرقل أو تضاعِف تسلسل ترميز البروتين، وهو ما يشير إلى أنَّ الجينات التي تتسم بعجزها الشديد عن تحمل فقدان وظيفتها تتسم كذلك بالحساسية تجاه زيادة عدد نسخها في الجينوم. وكشف الباحثون كذلك حدوث عملية انتقاءٍ محدودة تقاوم التغيرات البنيوية غير المرمزة للبروتينات في ما يُعرف باسم العناصر المجاورة المنظمة للتعبير الجيني، على الرغم من أن عمليات الانتقاء التي تقاوم التغيرات البنيوية القاطعة للبروتينات كانت أقوى من جميع التأثيرات غير المرمزة للبروتينات. وإضافةً إلى ذلك، كشف الباحثون تغيراتٍ بنيوية نادرة ضخمة للغاية (تتكون من أكثر من مليون نوكليوتيد) في 3.9% من العينات، وقدَّروا أنَّ نسبة 0.13% من الأفراد ربما يحملون تغيرًا بنيويًا يفي بالمعايير الحالية للنتائج العرَضية المهمة على المستوى الإكلينيكي. ومورد التغيرات البنيوية هذا متاحٌ مجانًا عبر متصفح قاعدة بيانات تجميع الجينوم، وستكون له فائدةٌ كبيرة في علم الوراثة السكاني، ودراسات ارتباطات الأمراض، والفحوصات التشخيصية.

R. Collins *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2287-8



مهن علمية



ارسل قصة مسيرتك المهنية
إلى: @Naturecareerseditor
nature.com

DAVID WOOLFALL/ PHOTOGRAPHER'S CHOICE / GETTY IMAGES PLUS

يمكن أن تكون الجائحة فرصة لإقامة شبكاتٍ، مِن شأنها توفير دعم معنويٍّ فوري، وفوائد بحثية ممتدَّة.

مجموعات تبادُل الملاحظات تكسِرُ عُزلة الباحثين

باحثون يعرضون خلاصة تجربتهم مع مجموعات تبادُل الملاحظات، وما يمكن أن تقدِّمه إلى أعضائها من دعمٍ بحثي وحياتي. **إيه. آر. سايدرز، وكاساندرا إم. بروكس، وأماندا إي. كرافنز، ورِيبيكا إل. نيلسون، ودان آر. رينمان، ونيكولا أولِيباري**

نحن مجموعةٌ من الباحثين في تخصصات علمية مختلفة، نلتقي عبر الإنترنت مرةً كل أسبوع منذ ثماني سنوات، كي نتبادل فيما بيننا الآراء والملاحظات حول مسيراتنا المهنية، ويَدعمَ بعضُنا بعضًا في هذا الشأن. لقد أقمنا مجتمعًا افتراضيًّا أثرَى حيواتنا على المستويين الشخصيِّ، والعملي، على حدٍّ سواء. وفي الوقت الذي يُخشَى فيه أن تفرض جائحة كورونا عُزلةً على الباحثين، قد يكمُن الحلُّ في تجربتنا هذه. صحيحٌ أنَّ الجائحة قد أفرزت ظروفًا صعبة، يعاني منها الكثيرون، إلا أنها قد تمثل كذلك فرصةً لإقامة شبكاتٍ، مِن شأنها توفير دعم معنويٍّ آنيّ، وفوائد بحثية ممتدَّة. وإننا إذ نضع بين أيديكم تجربتنا هذه، التي تدور حول إنشاء مجموعة افتراضية لتبادُل الملاحظات (feedback group)، والحفاظ على استمراريتها، نأمل أن تكون مصدر إلهام للآخرين ممَّن يبحثون عن طُرُق لكسر العزلة، والعمل في مجموعات.

بدأ مشروعنا كمجموعة لكتابة الرسائل العلمية عندما كُنا طلابًا في مرحلة الدراسات العليا بجامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا، غير أنَّ هذه المجموعة لم ينقضِ أجلُها بإتمام الدراسة والحصول على الدرجة، وإنما استمرَّت بعد ذلك. فعندما أخذ كلٌّ منَّا يتلمَّس طريقه المهني، سواءٌ في السلك الأكاديمي، أم المناصب العلمية الحكومية، أدركنا



أننا ما زلنا بحاجة إلى تبادل الآراء والملاحظات، وإلى دعم بعضنا بعضًا؛ بل لعلَّ هذه الحاجة كانت أكثر إلحاحًا في تلك المرحلة من سابقتها. لقد رأينا كيف أن التعليقات التي كنا نتبادلها، وبخاصةٍ تلك التي كانت تُطرح في مرحلةٍ مبكرة من عملية الكتابة البحثية، كان لها أكبر الأثر في نجاحنا العلمي، وكيف أنها كانت مُفتقَدةً -إلى حدٍّ بعيد- في غيرها من الشبكات المتاحة.

في اجتماعاتنا الافتراضية تلك، يشارك أحد أفراد المجموعة شيئًا ما مع البقية –وليكن ورقةً علمية، أو مخططًا بحثيًّا، أو تصميمًا لدراسة، أو منهجًا دراسيًّا، أو مقترحًا للحصول على منحة بحثية، أو بياناتٍ أوَّلية، أو حتى مجرد بذرةٍ لفكرة- ثم يتلقى التعليقات عليها من بقية أعضاء المجموعة. وترتكز هذه التعليقات بالدرجة الأولى على المحتوى، والأسس العلمية التي يستند إليها؛ وهو ما يميِّز مجموعتنا عن غيرها من المجموعات التي يَنصبُّ تركيزها على الجوانب المتعلقة بالكتابة، فتعطي الأولوية لشكل المُنتَج النهائي، أو عملية التحرير. كما أننا لسنا مجموعة بحثية بالمعنى التقليدي؛ فرغم أن كلًّا منا يسهم بانتظام في الأعمال الأكاديمية الخاصة بالآخرين، ورُغم حرصنا على التنويه بتلك الإسهامات فيما نقدِّم من أوراق بحثية، يتمثل هدفنا في دعم الخطط البحثية الفردية لكل عضوٍ من أعضاء المجموعة، وتعزيز فُرص التقدم المهني لديه، من خلال ما يتلقى من تعليقات سريعة بين الحين والحين، وفي مراحل مختلفة من تنفيذ العمل الذي يعكف عليه، تُدلي بها مجموعة من الأقران الذين يحظون باحترامه؛ وكلُّ ذلك يتم داخل بيئةٍ تواصليةٍ آمنة.

لهذا النوع من الملاحظات والتعليقات فوائدُ جمَّة. إنه لا يُغنِي عن المشورة المتخصصة في مجال بعينه، أو داخل مؤسسةٍ بعينها، تلك المشورة التي نلتمسها من ذوي الاختصاص، أو ممَّن يتولَّون توجيهنا في المؤسسات التي ننتسب إليها، بيد أن مجموعتنا تتيح الانخراط المبكر في عملية الكتابة البحثية، ومع أناس من خارج مجال تخصُّصنا، وبذا، تقدم جملةً من المزايا التي قد لا توفرها تلك المصادر الأخرى، حيث إنّ تَلَقِّي المشورة في مرحلةٍ مبكرة من عملية الكتابة البحثية، أو التدريس الجامعي، من شأنه تحسين الجودة على نحوٍ قد لا يتسنَّى للتعليقات التي تَرِدُ في مراحل متأخرة من خلال مراجعات الأقران، أو العروض التقديمية في المؤتمرات، كما إنَّ الانخراط في النقاش مع زملاء ذوي تخصصات متباينة كفيلٌ بأنْ يُطلِعنا على أدبيات ومناهج بحثية جديدة، وهو ما يؤهلنا لأداء مهامِ عِلمنا على نحوٍ أفضل، سواء أكان ذلك في مجال البحث، أم التدريس.

أضف إلى ذلك أنَّ إبداء الملاحظات، وتَلَقِّيها، يعملان على تحسين مستوى مراجعات الأقران التي نقدمها للدوريات العلمية من جهة، وتعزيز قدرتنا على إسداء النُّصح للطلاب من جهةٍ أخرى. وما ذلك إلا لأنّ كل عضو من أعضاء المجموعة يتعلَّم من تجارب الآخرين، مما يُسرِّع من وتيرة التعرُّض للخبرات العلمية والمهنية، ويمنحنا الثقة والبصيرة. وعلى سبيل المثال، قدَّمت عضوةٌ بالمجموعة تعليقاتها على أكثر من 40 مقالًا، فضلًا عن أطروحتَين لكتابين اثنين؛ وهو ما يفُوق المعدَّل المعتاد لشخص في مثل موقعها، بوصفها عضوة هيئة تدريس في سنتها الأولى. ونتيجةً لذلك، اكتسبت ثقةً أهَّلتها لأنْ تتقدم بأطروحة كتابها الخاص، وأن تعمل محررةً في دورية علمية.

أنْ تكون عضوًا في مجموعةٍ داعمة، تتيح لك طرح أفكار جدلية، وتَلَقِّي المشورة بشأنها وأنت في مأمنٍ من الأحكام المُسبقة، فإنَّ ذلك يُعِينك على مفارقة منطقة الراحة لديك. ومن شأن ذلك أن يساعدنا -على سبيل المثال- على تطوير مجالات عملنا، عن طريق توظيف نُهُج جديدة، والحفاظ على الحدود الفاصلة بين العمل والحياة، وذلك بالإعراض عن الفُرص التي قد تكون مُغرية، إلا أنها غير ضرورية. وفضلًا عن ذلك، شجَّع الدعمُ الذي تبثُّه المجموعة في أعضائها على أن يتبنَّوا مشروعات تُغلِّفها الروح الإبداعية؛ وعلى سبيل المثال، أقدمت عضوةٌ بالمجموعة على نشر عملٍ بحثي، تستكشف فيه بعض المفاهيم القانونية، اعتمادًا على خرائط جغرافية.

من واقع تجربتنا، نُورد فيما يلي بعضًا من النصائح التي سوف تساعدك على تكوين مجموعة مماثلة:

تخيَّر أقرانًا مشهودًا لهم بالاحترام من خارج دوائرك المعتادة

على كل عضو من أعضاء المجموعة أن يحترم إسهامات بقية الأعضاء. ولعلَّ من المفيد أن يكون بعض المشاركين على معرفةٍ شخصية ببعضهم البعض، كأنْ يلتحقوا ببرنامج الدراسات العليا نفسه، كما هو الحال في مجموعتنا، أو تجمع بينهم الدوائر المهنية أو العلمية نفسها، على سبيل المثال، غير أن ذلك ليس شرطًا. وسوف تلتقي المجموعة عبر الإنترنت، مما يجعل من هذه اللقاءات مساحة ممتازة لتوسيع شبكة معارفك، بحيث تضم زملاء من خارج جامعتك، أو دوائر التعاون المعتادة لديك. وإذا أمكن ضمّ باحثٍ سبق أن التقيتَ به في مؤتمر، يتماسُّ عمله البحثي مع عملك، أو مؤلف ورقة بحثية في مجالٍ متاخم لمجالك، فيمكن أن يكون ذلك بمثابة نقطة انطلاق جيدة.

احرص على أن تضمّ المجموعة طيفًا عريضًا من التخصصات، وابحث عن أرضية مشتركة

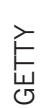
لقد أتاح لنا التنوُّع في تخصصات أعضاء المجموعة التعرُّض لأفكار ومناهج جديدة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن ثمة حدودًا للفائدة التي يمكن أن نجنيَها من تعدد التخصصات. وأما التخصصات التي تضمُّها مجموعتنا، فتشمل علوم البيئة، والجغرافيا، والقانون، والتخطيط الحضري، والتخطيط البيئي، والسياسات العامة. وهكذا، فإننا نختلف فيما بيننا اختلافًا كبيرًا، من حيث المناهج، والاهتمامات البحثية، والجهات التي نعمل بها. ومع ذلك، نشترك جميعًا في الاهتمام بالحوكمة البيئية، وقضايا المياه. وهذا ما يكفل لنا وجود أرضية مشتركة، ولغة مشتركة، لضمان أن تكون تعليقاتنا منطلِقة من دراية بالموضوع محل النقاش، ووثيقة الصلة به.

حبَّذا لو ينعقد الاجتماع بشكل متكرر، مع الحرص على إبداء الملاحظات في مراحل مبكرة.

بخلاف ما يحدث في مجموعات الكتابة، التي تهدف إلى صقل العمل البحثي، بعد أن يكتمل، أو يكاد، يمكن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية




GETTY

لمجموعات تبادُل الملاحظات أن تسهم في صياغة الأفكار الوليدة. فذلك يساعد الأعضاء على تنقيح الأفكار، وتمييز غثِّها من سمينها. كما أن عقد تلك الاجتماعات بين الحين والحين يتيح إبداء الملاحظات بصورة متكررة طوال عملية الكتابة البحثية، ويشجع على تقديم مفاهيم تقريبية؛ ليتسنَّى من خلالها طرح نماذج أوَّلية للأفكار.

أنشئ مساحة آمنة

تتحقق أقصى استفادة ممكنة من مجموعات تبادُل الملاحظات حين يكون أعضاؤها منفتحين على النقد من جهة، ويستطيعون -من جهةٍ أخرى- طرح فكرة جدلية، أو تقديم نقدٍ بنَّاء، دون خوف من التعرُّض لردّ فعلٍ عنيف. إننا نخرط في النقاش من منطلق الاحترام المتبادل؛ بحيث تكون الملاحظات موجَّهةً إلى العمل محل النظر، لا إلى صاحبه. كما نحرص على الموازنة بين التعليقات السلبية والإيجابية، على أن نَعرض كلَّ الملاحظات بشكلٍ بنّاء، ثم إننا ننتمي إلى مؤسسات مختلفة، ونحمل تخصصات مختلفة، ومن ثم ينتفي احتمال وجود "خطر مهني" من جرَّاء المشاركة في هذه المجموعة. فليس أحدٌ منَّا عضوًا في لجنة الترقيات أو التثبيت الوظيفي للآخَر، كما أنَّ أحدًا منا لا يراجع ما يُنشر للآخرين في الدوريات العلمية. وهكذا، نستطيع طرح الأسئلة التي قد لا يكون في الإمكان طرْحها في الأقسام أو الجهات التي نعمل بها.

عليك أن تتحلَّى بالمرونة، على أن تأخذ الالتزام بجدية

بالنسبة إلى البعض، قد يكون الانضمام إلى مجموعة كهذه نابعًا من اهتمامٍ وقتيٍّ عارض، ربما لمعالجة آثار العزلة الاجتماعية التي تفرضها جائحة كورونا. وحتى لو كان الأمر كذلك، فإننا نشجعك على الإبقاء على المجموعة فيما بعد؛ إذ إنَّ المشاركة الممتدة على مدار سنوات تبني ثقةً متبادلة، وتكرِّس مبدأ التبادلية. فإذا ما استحكمت الألفة بين الأعضاء، صار في إمكانهم أن يعرضوا أفكارهم، وإنْ لم يثقوا في صحَّتها كل الثقة، وأنْ يطلب بعضهم من بعضٍ ما هو أكثر من تبادل التعليقات والملاحظات، كأنْ يطلب أحدهم ردًّا سريعًا على مسألةٍ عاجلة، أو مراجعة مفصَّلة لعملٍ بحثيٍّ مُطوَّل. والكلُّ يعلم أن الآخرين سوف يطلبون الشيء نفسه في المقابل، أو سبق أنْ طلبوه بالفعل. إنّ الثقة والتبادلية لا تتحققان على الفور، وإنما لا بد من غرسهما، وإنمائهما.

تطوَّرت مجموعتنا بمرور الوقت، وتطورت معها "قواعدنا". فمنذ تشكيل المجموعة، تنقَّل الأعضاء بين الدول، والولايات، والوظائف، كما أننا تزوَّجنا، وأنجبنا أطفالًا، وتغلبنا على أمراضٍ ألمَّت بنا، وتعدَّدت أسفارُنا. تساعدنا المرونة على التعامل مع الواقع المتغير لحياتنا، دون أن نتخلَّى عن التزامنا بالمجموعة. بدأنا بقواعد صارمة بشأن حضور اللقاءات الأسبوعية وجهًا لوجه، وناقشنا بعض المبادئ التوجيهية، منها ما كان يتعلَّق بتواتر الاجتماعات، على سبيل المثال، وسياسة الحضور، وأنواع التعليقات والملاحظات التي سوف نتبادلها، غير أن هذه القواعد صارت أقلَّ صرامةً بالتدريج؛ إذ تحوَّلنا إلى لقاءٍ أسبوعي عبر تقنية الفيديو، على أن يكون الحضور منتظِمًا، إنْ لم يكن إلزاميًّا. ومع ذلك، يمكن لعضوٍ أن يتغيَّب عن الحضور لشهور متصلة، لأسباب مهنية، أو عائلية. لقد استحكمت بيننا الثقة، والالتزام تجاه بعضنا، بحيث أصبحت القواعد الصارمة أمرًا غير ضروري.

كما تغيَّرت التقنيات التي نستخدمها، وطريقتنا في جدولة الاجتماعات، فأعضاء مجموعتنا يقطنون في أربع مناطق زمنية متباينة، يمتد الفارق الزمنيُّ بينها حتى عشر ساعات (من الساحل الشرقي للولايات المتحدة إلى الساحل الشرقي لأستراليا). في بداية كل فصل دراسي، نراجع جداول التدريس، وغير ذلك من الالتزامات المنوطة بنا. وباستخدام إحدى منصّات جدولة المواعيد المتاحة عبر الإنترنت، نحدد موعدًا للاجتماع، يكون مناسبًا للجميع طوال الفصل الدراسي. وممَّا علَّمَتْنا هذه التجربة، رغم ذلك، أنه

"أما بالنسبة إلى البعض، فيمكن للمجموعة أن تتطوَّر، حتى تصبح واقعًا مستديمًا، تمتد فوائده إلى ما هو أبعد بكثير من حدود الأزمة الراهنة".

مهما كان تخطيطنا محكمًا، فإن شيئًا لم يكن في الحُسبان سوف يقع؛ كأنْ يبدأ التوقيت الصيفي في البلدان المختلفة في أيام متفاوتة. ولكي لا نَدَع هذه العثرات تعرقل مسيرة مجموعتنا، تَعَلَّمنا أن نتحلَّى بالمرونة، حيث يمكن -على سبيل المثال- إرسال الملاحظات عبر البريد الإلكتروني، أو تغيير ترتيبنا في جدول العروض التقديمية، أو -ببساطة- إرجاء اللقاء إلى الأسبوع التالي. نحن ندرك أن هدف المجموعة هو تقديم الدعم المتبادل، وليس مراكمة مهام إضافية على كاهل الأعضاء.

وبالنسبة إلى كثيرٍ من الباحثين، يمكن أن يكون الانضمام لبعض الوقت إلى مجموعة كهذه وسيلةً تُعِينهم على ترسيخ أقدامهم في الممارسة البحثية، وتَحَمُّل الضغوط النفسية التي تمُوج بها هذه الأوقات المضطربة. أما بالنسبة إلى البعض، فيمكن للمجموعة أن تتطوَّر، حتى تصبح واقعًا مستديمًا، تمتد فوائده إلى ما هو أبعد بكثير من حدود الأزمة الراهنة. لقد حسَّنت المجموعة من جودة أدائنا العلمي، وساعدتنا على مواجهة التحديات في حياتنا المهنية. ولعلَّ الأهم من ذلك أنها أتاحت لنا إقامة مجتمعٍ علميٍّ بنَّاء، والحفاظ على التوازن بين العمل والحياة؛ وهو ما يجعلنا نتمتع بقدرٍ أكبر من السعادة كأكاديميين، وبقدرٍ أكبر من التوازن كعلماء وبَشَر.

إيه. آر. سايدرز أستاذة مساعدة للسياسات العامة والجغرافيا في جامعة ديلاوير بمدينة نيوارك الأمريكية.

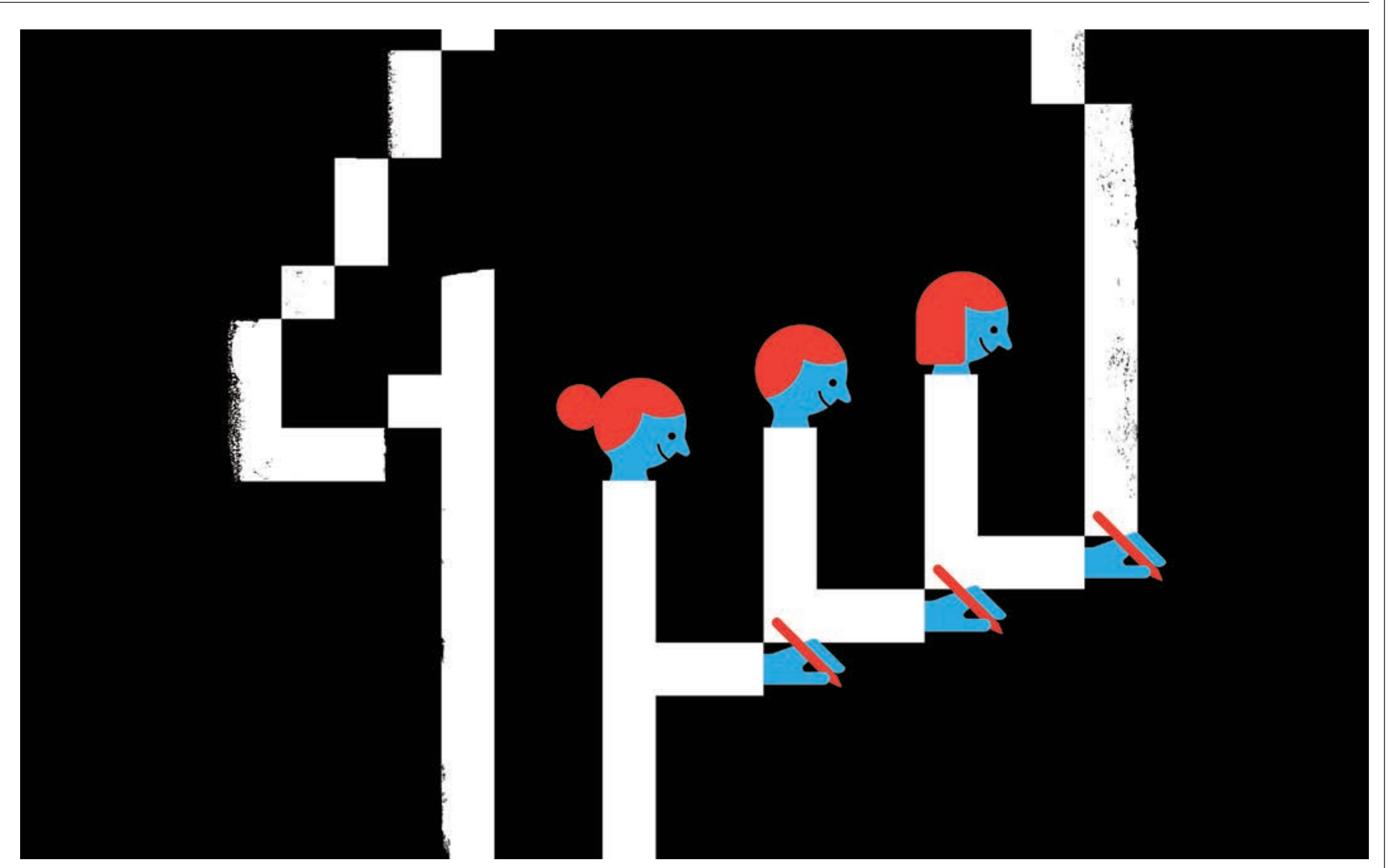
كاساندرا إم. بروكس أستاذة مساعدة للدراسات البيئية في جامعة كولورادو بمدينة بولدر الأمريكية.

أماندا إي. كرافنز باحثة العلوم الاجتماعية في مركز فورت كولينز للعلوم في كولورادو، التابع لهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية.

ريبيكا إل. نيلسون أستاذة مشاركة معنية بدراسة قوانين البيئة والموارد الطبيعية في كلية ملبورن للقانون بجامعة ملبورن في أستراليا.

دان آر. رينمان أستاذ مساعد لعلوم البيئة وإدارة الموارد في جامعة ولاية كاليفورنيا تشانل آيلاندز في مدينة كاماريلو الأمريكية.

نيكولا أوليباري أستاذة مساعدة للتخطيط الحضري والسياسات العامة في جامعة كاليفورنيا في مدينة إيرفين الأمريكية.



الكتابة التعاوُنية: ما بعد «مستندات جوجل»

مجموعة أدوات بسيطة، وإنْ كانت متنامية الانتشار، تسمح للباحثين بتأليف المستندات العلمية وتحريرها كفريق، من دون الاضطرار لاستخدام البريد الإلكتروني. **جيفري إم. بيركل**

عادةً ما تكون مسودات مخطوطات الأوراق العلمية سريّة. ولذا، فعندما طُلِب من إلانا فيرتيج إلقاء نظرة على ورقة علمية قيد التطوير تُناقِش استراتيجية عملية لتحديد مواقع الجينات، وجميع مناطق الترميز الجيني، توقعت إلانا تسلّم الملف في رسالة بريد إلكتروني خاصة، لكنّ ما وصلها كان إعلانًا عامًّا عبر موقع «تويتر» Twitter.

كانت الورقة البحثية من تأليف أولجا بوتفينك، عالمة البيولوجيا الحاسوبية في مركز «تشان زوكربيرج بيوهاب» Chan Zuckerberg Biohub في سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا. وبوتفينِك هي من مناصري حركة عالمية تنادي بتسهيل الوصول إلى الأبحاث العلمية. من هنا، في نوفمبر من عام 2019، حينما كانت بوتفينِك تُعِدّ بحثها، قررت أن تجرب بنفسها هذه الروح الداعية إلى العلوم المفتوحة. وفي هذا الصدد، قالت: "أردتُ أن أطبق ما أنادي به بشأن العلوم المفتوحة".

تعاملت بوتفينِك مع ورقتها البحثية كما لو كانت برمجية مفتوحة المصدر. فقد كتبتها في محرر نصوص بسيط، ووضعت على موقع «جيت هاب» GitHub -وهو موقع لتشارُك الأكواد- الملفات النصية ومجموعات البيانات التي استندت إليها، والكود الذي استخدمته لعمل الأشكال التوضيحية. كما دعت زملاءها الأربعة المشاركين في تأليف البحث إلى تقديم تعديلاتهم باستخدام برمجية «جيت» Git، وهي برمجية ترصد بشكل دقيق التغييرات التي تُجرى على الملفات، وتوقيت هذه التغييرات. كما استخدمت أداة متخصصة تسمى «مانوبوت» Manubot، لتحوّل هذا المُستند إلى مخطوطة سهلة الاستخدام، نشرتها بعد ذلك على الإنترنت، ثم شاركتها مع العالم عبر موقع «تويتر».

وتقول فيرتيج -عالمة البيولوجيا الحاسوبية في كلية الطب التابعة لجامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند- إن استلام بحث غير منشور، عن طريق تغريدة على موقع «تويتر»، كان "تجربة غريبة". وتضيف قائلة: "هذه الطريقة لكتابة الأوراق البحثية تختلف اختلافًا كبيرًا عن الطريقة الأكاديمية العلمية التقليدية التي تتجنب عرض المُنتج العلمي قبل اكتماله بشكل نهائي".

كانت مخطوطة بوتفينِك مجرد هيكل أولي في تلك المرحلة؛ فاثنان من الأشكال التوضيحية في البحث كانا على صورة عناصر نائبة، وكان قسم المنهجيات في الورقة البحثية يحمل العنوان: "قمنا بالإجراءات التالية"، لكنّ إتاحة مسودة البحث للجميع -حسب قولها- جعلت من السهل طلب إفادات بالرأي من المؤلفين المشاركين في البحث، وكذلك من المجتمع الأوسع. وقد أضافت بوتفينِك قائلة: "لا شك أنه كان من المفيد لأبعد الحدود أن تتاح لنا إمكانية عرض الورقة البحثية على شخص ما، وأن نقول له: هذا ما نفكر فيه حتى الآن. هذه بعض الأشكال التوضيحية، وبعض النصوص، فما رأيك؟"

عندما يُستخدم مصطلح «الكتابة التعاونية»، يرجح أن تَرِد بأذهان معظم الباحثين «مستندات جوجل» Google Docs، وهو معالج الكلمات واسع الانتشار، الذي يسمح لعدة مؤلفين بالمشاركة في تحرير المستندات عبر شبكة الإنترنت آنيًّا، لكنّ معالج «مستندات جوجل» يفتقر إلى خصائص يحتاجها بعض العلماء، مثل إدارة المَراجع، ودعم الأكواد والبيانات، والقدرة على إرسال المقالات إلى الدوريات وخوادم ما قبل النشر بشكل مباشر.

تُعَد أداة «مانوبوت» إحدى عدة أدوات صغيرة -لكن متزايدة الانتشار- مصممة خصيصًا للكتابة التعاونية، بما فيها

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أدوات مثل: «أوفرليف» Overleaf، و«أوثوريا» Authorea، و«فيدوس رايتر» Fidus Writer، و«مانيوسكريبتس دوت آي أو» Manuscripts.io. وهذه الأدوات لا تلبي فقط الحاجة إلى خصائص مهمة، بل تتيح كذلك إلقاء لمحة على المساحة التي يمكن لتوصيل العلوم أن يخطو خطوته التالية فيها.

شركاء في عملية التحرير

يتيح معظم أدوات الكتابة التعاونية للباحثين أداء مجموعة مفيدة من الوظائف. ويمكن لأفراد الفِرَق البحثية الحفاظ على خصوصية المستندات فيما بينهم، أو مشاركتها مع جهات متعاونة محددة، وكذلك تتبُّع التغييرات، والتعليق على النصوص، وتحرير المستندات في الوقت نفسه، أو بشكل غير متزامن مع مَن يسهمون في الورقة البحثية.

وإضافة إلى ذلك، فإن البرامج التي تضع العلوم في مركز اهتمامها تدعم الأدوات ذات الخصائص الموجهة إلى مجتمع البحث العلمي، مثل خاصية الإدارة المدمجة للاستشهادات (يمكن دمج بعض أدوات إدارة الاستشهادات مع «مستندات جوجل» باستخدام برامج مساعِدة، مثل: «زوتيرو» Zotero، و«بيبر بايل» Paper Pile). ويمكن للمستخدمين -بشكل عام- استيراد مكتبات من أدوات إدارة المراجع، مثل «زوتيرو»، أو «ميندلاي» Mendeley، أو الاستعلام عن قواعد بيانات خارجية بشكل مباشر. وعلى سبيل المثال، فإن زر «الاستشهادات» في أداة «أوثوريا» يسمح للمستخدمين بالبحث في محركات بحثٍ مثل: «بَبْ مِد» PubMed، أو «كروس رِف» CrossRef، أو سَحْب مقالات باستخدام «معرِّف الغرض الرقمي» DOI، أو «محدد موقع الموارد الموحّد» URL. وفي «فيدوس رايتر»، يمكن إضافة المَراجع من «زوتيرو» باستخدام تقنية السَّحب والإفلات ببساطة.

وتتضمن أداة «مانوبوت» خاصية الاستشهاد من خلال المعرِّف، التي تَبني قائمة مراجع باستخدام معرِّف الغرض الرقمي، أو مُعرِّف «بَبْ مِد»، أو «أركايف» arXiv، أو محدد موقع الموارد الموحد، من دون الحاجة إلى أداة إدارة المراجع. وعلى سبيل المثال، فإن إدخال: "@/doi: 10.1371 journal.pcbi.1007128" في مقال داخل «مانوبوت»، يوجه الأداة إلى البحث عن أحد المَراجع، وإدراجه داخل الورقة البحثية ذاتها.

وترى بوتفينِك أن هذا النهج «يشبه السحر إلى حد كبير»، لأنه يوفّر حلًّا لمشكلة استخدام الباحثين للمكتبات وأدوات إدارة المراجع المختلفة، ومحاولتهم المزامنة فيما بينها. تقول: "تروقني فكرة أن بإمكاني استخدام مُعرِّف الغرض الرقمي لأداء المهمة مباشرة، وأن هذا يفي بالغرض، فالكل يعرف أن معرِّف الغرض الرقمي هو مصدر الحقيقة الأوحد فيما يتعلق بالاقتباسات".

وتدعم أداتا «أوثوريا»، و«أوفرليف» لغة «لاتيكس» LaTeX، وهي لغة تنضيد حروف يُفضّلها الفيزيائيون، وعلماء الرياضيات، وعلماء الحاسوب. وعلى سبيل المثال، في عام 2017، في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية «سيرن» CERN، اعتمد المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف بسويسرا، أداة «أوفرليف» بوصفها المنصة المُفضّلة له فيما يتعلق بالكتابة التعاونية للأبحاث، بحصيلة مشتركين بلغت 4800 مستخدم، حسبما يقول مهندس الحاسبات في «سيرن»، نيكوس كاسيوميس. ورغم ذلك، تشكِّل لغة «لاتيكس» نظامًا متقدمًا إلى حد كبير، وبالتالي ربما يكون كل من الأداتين «أوثوريا»، و«مانوبوت» خيارًا أفضل، إذا دعت الحاجة إلى استخدام صيغة ملفات أبسط، إذ يستخدم كلاهما لغة النص البسيط «مارك داون» Markdown.

وباستخدام أداتَي «أوثوريا»، و«مانيوسكريبتس دوت آي أو»، يمكن لمؤلفي الأبحاث تضمين أكواد برمجية في مقالاتهم، واستخدامها، ودمج الأشكال التوضيحية مع البيانات المستخدَمة في تصميمها. ومثل هذه الخصائص تدعم إمكانية تكرار النتائج حاسوبيًّا. يقول ماتياس بيباري، مؤسس «مانيوسكريبتس دوت آي أو»، التي تمتلكها الآن دار نشر «وايلي» Wiley (التي تملك أيضًا أداة «أوثوريا»): "الهدف هو إتاحة القدرة على خلق تمثيلات ديناميكية لعمل الباحثين، تتضمن الأكواد، والبيانات، والأشكال التوضيحية، والشروح، وإتاحة إمكانية تخزين أكثر من نسخة منها جميعًا".

وبالنسبة إلى أولئك الذين يفضلون «مستندات جوجل»، فإن شركة «ستينسيلا» Stencila، التي يقع مقرها في نيوزلندا، تطوِّر برنامجًا مساعِدًا يسمح للمؤلفين بدعم المستندات من خلال استخدام مجموعات أكواد قابلة للتنفيذ، وجداول بيانات، ومعادلات. واعتمادًا على تقنية المواراة، وهي حيلة من علم التشفير، تُرمَّز فيها البيانات في هيئة صور، فإن البرنامج المساعد الذي تطوره شركة «ستينسيلا» يعمل على "سد الفجوة بين المبرمجين والمستخدمين"، حسبما يقول نوكومي بينتلي، مؤسس الشركة، الذي يقول مُضيفًا: "إن هذا البرنامج يضع الكود في البيئة التي اعتادها المستخدمون".

سير عمل المبرمج

في المقابل من ذلك، تجتذب أداة «مانوبوت» في العادة المبرمجين. طُورت الأداة في مختبر كايسي جرين، العالِم المتخصص في نُظُم المعلومات البيولوجية في جامعة بنسلفانيا بولاية فيلادلفيا. وقد صُممت بغرض إدارة عملية كتابة مقال مراجعة حول التعلّم العميق، والتنسيق بين مؤلفيه الذين يبلغ عددهم 36 كاتبًا. كان التحدي هو تسجيل مشاركة كل مَن يسهمون في نص البحث، سطرًا بسطر. وعن ذلك، يقول جرين: "توقعنا اشتراك عدد كبير من المؤلفين، وأردنا أن نكون قادرين على رؤية أدق التغييرات التي يجريها شخص واحد، وكذلك رؤية مجموعات التغييرات التي تُجرى". وهذا يعني أنه بدلًا من التعامل مع فوضى متداخلة من التغييرات المرصودة، أراد جرين أن يكون قادرًا على مراجعة كل تغيير على حدة، وإبقاء المسودة المتصلة بالإنترنت محدَّثة بصورة تلقائية.

تحلّ أداة «مانوبوت» هذه المشكلات عن طريق الجمع بين أدوات متنوعة مفتوحة المصدر، حسبما يقول دانييل هيميلستاين، باحث ما بعد الدكتوراة في مختبر جرين، الذي أسهم في تطوير «مانوبوت». ومن بين تلك الأدوات أداة «باندوك» Pandoc، التي تتيح خاصية تحويل الملفات، و«جيت هَب أكشنز» GitHub Actions التي تنفِّذ أوتوماتيكيًّا وظائف معينة، مثل إنشاء المستندات. ولإعداد مشروع باستخدام «مانوبوت»، ينسخ المستخدمون أحد مستودعات «جيت هَب» المتخصصة إلى أجهزة الحاسوب الخاصة بهم، ويعدِّلونه باستخدام محرر نصوص برمجي تقليدي، مثل «إيماكس» Emacs، أو «سابلايم تكست» SublimeText، ثم يتم نقل هذه التغييرات إلى «جيت هَب»، الذي يسجلها، ويعيد إنشاء المستند في صيغة «إتش تي إم إل» HTML، أو «وورد» Word، أو «بي دي إف» PDF. ويمكن للمشاركين في البحث تعديل المخطوطة من خلال تقديم التغييرات على هيئة طلب إجراء تغيير في «جيت هَب»، (استكشف مثال مشروع «مانوبوت» الخاص بنا من خلال go.nature.com/39eqosg). والنتيجة رائعة، لكنها معقدة.

يمكن أن تتطلّب كل هذه الوظائف الإضافية مهارات برمجة متقدمة. وعلى سبيل المثال، كتبت فيرتيج طلبات للحصول على مِنَح باستخدام أداة «مانوبوت»، ويناسبها استخدام مستودع «جيت هَب»، لكنها لن تستخدم «مانوبوت» في كتابة تعاونية لأوراق بحثية، لأن مستوى البرمجة المطلوب لهذا يتجاوز عادةً قدرات المؤلفين الإكلينيكيين المشاركين.

وعن ذلك، تقول هي: "مُحَال أن يملك هؤلاء الصبر والجَلَد اللازمَين للإلمام بـ«مانوبوت»".

تسهيل طرح الأدبيات العلمية

على نحو متزايد، يزوِّد المطوّرون هذه الأدوات بخصائص لتجسِّد جوانب العملية العلمية على نحو أفضل. وعلى سبيل المثال، بعض هذه الأدوات يدعم صيغة «جاتس إكس إم إل» JATS XML، وهي صيغة ملفات يشيع استخدامها في النشر العلمي.

وصيغة «جاتس إكس إم إل» هي صيغة ملفات دلالية منظمة، توفّر الكثير من الوسوم للبيانات الوصفية الخاصة بعناصر المقالات، مثل أسماء المؤلفين، وأقسام المقالة، ومصادر التمويل، وأرقام الولوج إلى قاعدة البيانات. ويشرح جوليانو ماتشوتشي -رئيس قسم المنتجات وتجربة المستخدم في مجلة «إي لايف» *eLife* مفتوحة المصدر- قائلًا إن هذه الصيغة: "تفصل بين قوام المقالة، وطريقة عرضها"، وهو ما يجعل البحث عن البيانات والوصول إليها ومعالجتها عملية أكثر سهولة.

ويُنشئ المحررون عادةً المستندات من خلال تحويل الملفات التي قدّمها المؤلفون إلى صيغة يمكنهم استخدامها في النشر، حسبما يقول ماتشوتشي، وهي عملية تتطلب الكثير من العمالة، ومعرَّضة لحدوث أخطاء فيها. وللمساعدة في إجراء هذه العملية أوتوماتيكيًّا، فإن مجلة «إي لايف»، تطوِّر أداة تسمى «ليبيرو إيديتور» Libero Editor تأمل في طرحها خلال العام الحالي. وهذه الأداة، القائمة على محرر لتركيب النصوص، ستتيح لطاقم محرري «إي لايف» ومؤلفيها إنشاء المستندات، والعمل عليها بصيغة «جاتس إكس إم إل» من البداية إلى النهاية. ويمكن لأداة «مانيوسكريبتس دوت آي أو» بالفعل استيراد محتوى بصيغة «جاتس»، حسبما يقول بيباري، ويمكنها –إلى جانب «فيدوس رايتر» والبرنامج المساعِد الذي تطوِّره شركة «ستينسيلا»– إصدار المحتوى بتلك الصيغة أيضًا.

ويسمح «أوثوريا» للمؤلفين بتقديم المقالات مباشرة إلى حوالي 41 دورية وأرشيفًا لنسخ ما قبل النشر، حسبما يقول ألبرتو بيبي، مؤسس هذا التطبيق، إلى جانب تضمين أشكال توضيحية تفاعلية، وأكواد، وبيانات قابلة للمعالجة. وقد طُلِبَ من روبرتو بيفيراتي -وهو عالم كيمياء حاسوبية في معهد فلوريدا التقني في ميلبورن- الإسهام في مجلة من هذا النوع، تتبع لدار نشر «وايلي»، وهي «الدورية الدولية للكيمياء الكمّية» *International Journal of Quantum Chemistry*. وكان غرض هذا الطلب يعود -في جزء منه- إلى الرغبة في اختبار «أوثوريا». ويقول بيفيراتي مُعلقًا على ذلك: "كانت تجربة ممتعة للغاية".

وفي الوقت الذي تلقى فيه أدوات كهذه رواجًا، تصبح المقالات العلمية أكثر ديناميكية من قبل. ففي العشرين من مارس، أسست هالي راندو -باحثة ما بعد الدكتوراة في مختبر جرين- مشروعًا باستخدام «مانوبوت»، في محاولة لفهم العدد المهول المتنامي من الأدبيات العلمية التي صدرت حول مرض «كوفيد-19». وفي غضون أيام، عبّر عشرات من الباحثين عن رغبتهم في المشاركة في المشروع. وتقول راندو عن ذلك: "في التعامل مع مرض سريع الانتشار مثل «كوفيد-19»، نحن بحاجة طارئة إلى توافق الأدلة". وتضيف راندو شارحة: "لكن العديد من أفراد مجتمع البحث العلمي معزولون أكثر من المعتاد". ويخدم «مانوبوت» كمنتدى عام لأولئك الباحثين البعيدين عن بعضهم البعض، ويسمح لهم بالعمل معًا. وتضيف راندو قائلة: "نأمل في تحديثه بشكل سريع بمجرد ظهور معلومات جديدة".

جيفري إم. بيركل يعمل محرر تكنولوجيا في دورية *Nature*



مكان عملي

ماريا خوسيفا فيردوجو

حين تدرُس عينةً جليدية مأخوذة من المحيط المتجمِّد الشمالي، بينما لا يفصلُك عن القطب الشمالي سوى 500 كيلومتر تقريبًا، يطغَى البردُ على كل شيء حولك، ويتخللُ إلى قدميك، وأصابعك، ووجهك. هُنا، قد تنخفض الحرارة حتى 35 درجةٍ مئوية تحت الصفر. وعندئذٍ، تتملكني الرغبة في العودة إلى داخل سفينة البحوث «بولارشتيرن» Polarstern، كاسحة الجليد الألمانية، التي أُقيم بها أثناء إجراء أبحاثي، حيث أخلع قفازي المطاطيَّ المبتل، وأحصل على شيءٍ من الدفء.

أقولُ لنفسي إنَّني سأكونُ بخير، بينما تراقِبُني باحثةٌ أخرى عن كثب، تحسُّبًا لظهور أي علاماتٍ تفيد بإصابتي بِعَضَّة الصقيع، وكذلك أفعلُ معها. وفي تلك الأثناء، يجلس أحد أفراد الطاقم مترقبًا ظهور الدببة القطبية، فأستجمِعُ شتاتَ نفسي، وأُستأنف عملي: قياس درجة حرارة الثلج، ومُلوحته، وتركيزات غاز الميثان به، وذلك في إطار بحث الدكتوراة الذي أعكف على إجرائه في مجال الجيوكيمياء البحرية بمعهد ألفريد فيجنر للأبحاث القطبية والبحرية، الواقع في مدينة بريمرهافن الألمانية.

أمضيتُ على متن «بولارشتيرن» الفترة الممتدة بين شهرَي سبتمبر، وديسمبر من عام 2019، ضمن بعثة المرصد العائم متعدد التخصصات لدراسة مناخ القطب الشمالي، المُسمَّى اختصارًا «موزايك» MOSAiC. ويُعَد هذا المشروع البحثي متعدد الجنسيات -المُقرَّر له أن يستمر حتى شهر سبتمبر القادم- أول بعثة استكشافية تُمضِي عامًا كاملًا في دراسة مناخ منطقة الشمال الأقصى، وهي واحدة من أكبر المناطق التي لم تتعرَّض لها بحوث المناخ. يعيش على متن السفينة -في المعتاد- حوالي 60 باحثًا، و40 فردًا من أفراد الطاقم، مشكِّلين مجتمعًا صغيرًا يطفو على سطح الماء مع قطع الجليد. وقد التُقطت هذه الصورة بعد ظُهْر العاشر من نوفمبر الماضي، عندما كانت الشمس قد توارَت خلف خط الأفق، إيذانًا بحلول الليل القطبي الطويل.

ولأنني قادمة من تشيلي، لم أكن في سنواتِ نشأتي أشهد كثيرًا من البرد، والجليد، والثلج، لكنَّني أَلِفْتُ هذه الحياة بعد ذلك. وفي وقت فراغي، كنتُ أتدثر أحيانًا بملابس شتوية ثقيلة، وأخرج في تمشيةٍ قصيرة بين الثلوج بصحبة بعض الأصدقاء، بينما يرافقنا شخصٌ لحراستنا من الدببة القطبية. لقد توغلَتْ بنا السفينة بعيدًا صوبَ الشمال، حتى لم يَعُد في مقدورنا رؤية الأضواء الشمالية، لكنَّ الجليد هنا يتلألأ تحت أضواء النجوم والقمر، إلى حد أنَّنا لم نكن -في بعض الأحيان- نحتاج إلى تلك المصابيح لنثبِّتها على جباهِنا.

أشعر بأنَّني محظوظةٌ أنْ أُتيحت لي الفرصة للمشاركة في هذه البعثة الضخمة؛ فهي بمثابة مغامرة، ثم إنَّها تتيح متسعًا من الوقت للتفكير؛ إذ الوقت يمرُّ بسرعةٍ مختلفة على الجليد.

ماريا خوسيفا فيردوجو طالبة دكتوراة في مجال الجيوكيمياء الحيوية البحرية بمعهد ألفريد فيجنر للأبحاث القطبية والبحرية بمدينة بريمرهافن الألمانية.

أجرى الحوار: كريس وولستون.

التقطت الصورة: إستر هورفاث.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

